

Commissariat général au développement durable

Compensation écologique des cours d'eau

Exemples de méthodes de dimensionnement

sommaire

Compensation écologique des cours d'eau

Exemples de méthodes de dimensionnement

05 - Introduction

17 - Partie 1 : Les enseignements des méthodes développées aux États-Unis

Chapitre 1 : La compensation aux États-Unis

Chapitre 2 : Synthèse des méthodes américaines

Chapitre 3 : Perspectives de transposition des méthodes américaines en France

75 - Partie 2 : Fiches de synthèse des méthodes

Chapitre 1 : Les méthodes qualitatives

Chapitre 2 : Les méthodes semi-quantitatives

Chapitre 3 : Les méthodes quantitatives

173 - Conclusion

175 - Bibliographie

179 - Annexes

A - Ratios de compensation recommandés par les SDAGE

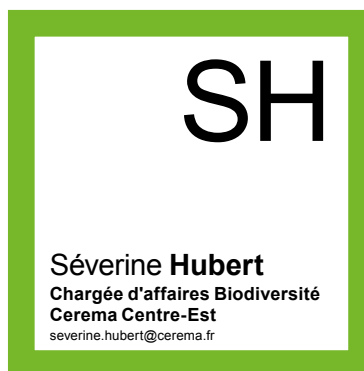
B - Liste des différents IOTA de la nomenclature « eau »

Document édité par :

Service de l'économie, de l'évaluation et de l'intégration du développement durable.

Remerciements. Les auteurs tiennent à remercier pour leurs participations, suggestions et relectures attentives : Tiphaine **Legendre**, Valéry **Lemaître**, Frédérique **Millard** et Sophie **Robin** du bureau des plans, programmes et projets du CGDD, ainsi que Laurence **Demeulenaere** du service de l'économie, de l'évaluation et de l'intégration du développement durable du CGDD.

contributeurs
principaux



autres
contributeurs



avant-propos



a loi pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages du 8 août 2016 renforce l'exigence de compensation des atteintes à la biodiversité et prescrit de viser « un objectif d'absence de perte nette, voire un gain de biodiversité ».

Qualifier et quantifier ces pertes et ces gains de biodiversité est un exercice complexe pour lequel il convient de s'appuyer sur des méthodes spécifiques de dimensionnement.

Les porteurs de projets comme les bureaux d'études, les services de l'État et les parties prenantes expriment une forte demande de documents méthodologiques, particulièrement pour les cours d'eau. Le guide vise à répondre à cette attente en proposant des méthodes existant aux États-Unis, qui sont un appui précieux pour développer des méthodes adaptées au contexte français.

Laurence Monnoyer-Smith
COMMISSAIRE GÉNÉRALE AU DÉVELOPPEMENT DURABLE

Introduction

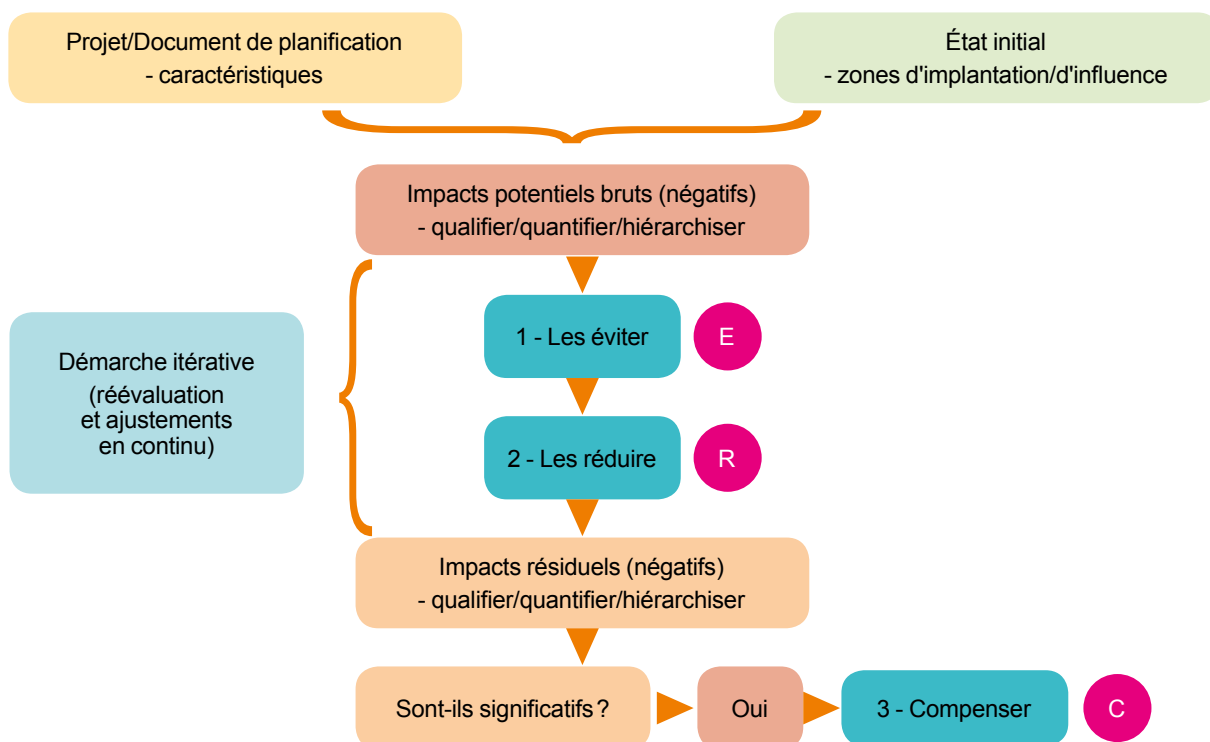


La séquence éviter, réduire, compenser et son assise réglementaire

La séquence éviter, réduire puis compenser (ERC), trouve son origine en France dans la loi du 10 juillet 1976 sur la protection de la nature (LPN) et son article 2 introduisant « *les mesures envisagées pour supprimer, réduire et, si possible, compenser les conséquences dommageables pour l'environnement* ».

L'ordre **obligatoire** de la séquence est **d'abord la recherche de mesures d'évitement et ensuite la recherche de mesures de réduction**. Ce n'est que pour des impacts résiduels significatifs que des mesures compensatoires doivent être recherchées (Fig.1). Deux idées sont donc à retenir : d'une part, les mesures de compensation ne sont pas systématiques et, d'autre part, leur nécessité est la conséquence d'une efficacité partielle des étapes d'évitement et de réduction.

Fig. 1 : Représentation schématique de la séquence « éviter, réduire, compenser »



Source : Cerema

Introduction

Avec les directives européennes de 1985 concernant l'étude d'impact des projets (directive relative à l'évaluation des incidences sur l'environnement - EIE) et de 2001 concernant l'évaluation environnementale des plans et programmes (directive relative à l'évaluation des incidences de certains plans et programmes sur l'environnement - ESIE) et la Charte de l'environnement de 2004 qui mentionne dans son article 3 que « *Toute personne doit, dans les conditions définies par la loi, prévenir les atteintes qu'elle est susceptible de porter à l'environnement ou, à défaut, en limiter les conséquences* », le **législateur est intervenu de façon progressive** pour encadrer plus précisément cette séquence.

Les lois dites « Grenelle » du 3 août 2009 et du 12 juillet 2010 sont à l'origine de **nombreux décrets d'application** (en particulier celui du 29 décembre 2011 portant réforme des études d'impact des projets de travaux, d'ouvrages ou d'aménagements). Ladite séquence s'applique à l'ensemble des thématiques de l'environnement (L.122-1 du Code de l'Environnement - CE¹).

La loi pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages (RBNP) du 8 août 2016 vient **renforcer cette séquence** dans le cas d'atteintes à la biodiversité.

Pour certaines thématiques de l'environnement, le contexte législatif et réglementaire et certains documents de planification sont venus compléter, parfois en amont, le cadre général. C'est particulièrement vrai pour les cours d'eau, objets de ce présent guide.

Ainsi, dans le domaine de l'eau et des milieux aquatiques, la **loi sur l'eau de 1992** met en place des procédures de déclaration et d'autorisation associées à une nomenclature d'opérations (installations, ouvrages, travaux et activités -IOTA- réalisés dans les milieux aquatiques ou à proximité et ayant un impact sur ces milieux ou sur la sécurité publique). Ainsi :

- depuis 2002, plusieurs **arrêtés (inter)ministériels de prescriptions générales** (APG) associés à cette nomenclature précisent les modalités techniques d'application de cette séquence ERC par type d'IOTA (cf. Fig. 2) ;
- en 2004, la Directive-Cadre sur l'Eau (DCE, 2000) est transposée en droit français². Elle impose la non-dégradation supplémentaire de l'état des masses d'eau, ce qui suppose implicitement de réduire et de compenser les impacts d'un IOTA sur un milieu aquatique, au droit de la même masse d'eau que celle impactée ;
- en 2009, les schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) et certains schémas d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE) apportent des éléments de méthode quant au dimensionnement et au choix des sites de compensation pour les zones humides et pour les cours d'eau.

En parallèle du renforcement de la réglementation et des documents de planification sur l'application de la séquence ERC, et face au constat partagé d'un déclin de biodiversité et du mauvais état écologique et chimique de nombreuses masses d'eau, il s'avère nécessaire de **préciser les modalités de définition, de dimensionnement, de mise en œuvre et de suivi des mesures destinées à éviter, réduire et compenser** les impacts des projets sur les milieux naturels.

1. L.122-1 du CE : « *L'évaluation environnementale permet de décrire et d'apprécier de manière appropriée, en fonction de chaque cas particulier, les incidences notables directes et indirectes d'un projet sur les facteurs suivants : 1° La population et la santé humaine ; 2° La biodiversité, en accordant une attention particulière aux espèces et aux habitats protégés au titre de la directive 92/43/CEE du 21 mai 1992 et de la directive 2009/147/CE du 30 novembre 2009 ; 3° Les terres, le sol, l'eau, l'air et le climat ; 4° Les biens matériels, le patrimoine culturel et le paysage ; 5° L'interaction entre les facteurs mentionnés aux 1° à 4°.* »

2. Loi n° 2004-338 du 21 avril 2004 portant transposition de la directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau.

Introduction

Le ministère en charge de l'environnement a ainsi diffusé :

- en 2012, une doctrine (http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Doctrine_ERC.pdf) : document concis et synthétique qui rappelle les principes permettant de réaliser des projets en intégrant correctement les milieux naturels dès la phase amont de conception ;
- en 2013, des lignes directrices (http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Ref_-_Lignes_directrices.pdf) : document comprenant une trentaine de fiches qui déclinent ces éléments de doctrine.

Ces documents sont le fruit d'une réflexion collective et ont été élaborés avec la contribution d'un groupe de travail réunissant des représentants des parties prenantes concernées.

En parallèle, l'Agence Française pour la Biodiversité (AFB, ex ONEMA) a publié :

- un référentiel technique « milieux aquatiques et documents d'incidences » (RefMADI) qui reprend les prescriptions des APG par IOTA et liste les éléments attendus dans les dossiers soumis à déclaration ou à autorisation « loi sur l'eau », dont les mesures ERC ;
- un guide d'aide à l'expertise technique des IOTA par type de mesures ERC, comprenant un tome spécifique sur la compensation des atteintes aux milieux aquatiques et humides (réservé à un usage interne AFB et aux services instructeurs).

Fig. 2 : Ensemble des textes à l'origine de l'assise réglementaire de la séquence ERC

(représentation simplifiée et non exhaustive -

Les flèches bleues portent sur la thématique spécifique « eau et milieux aquatiques »)

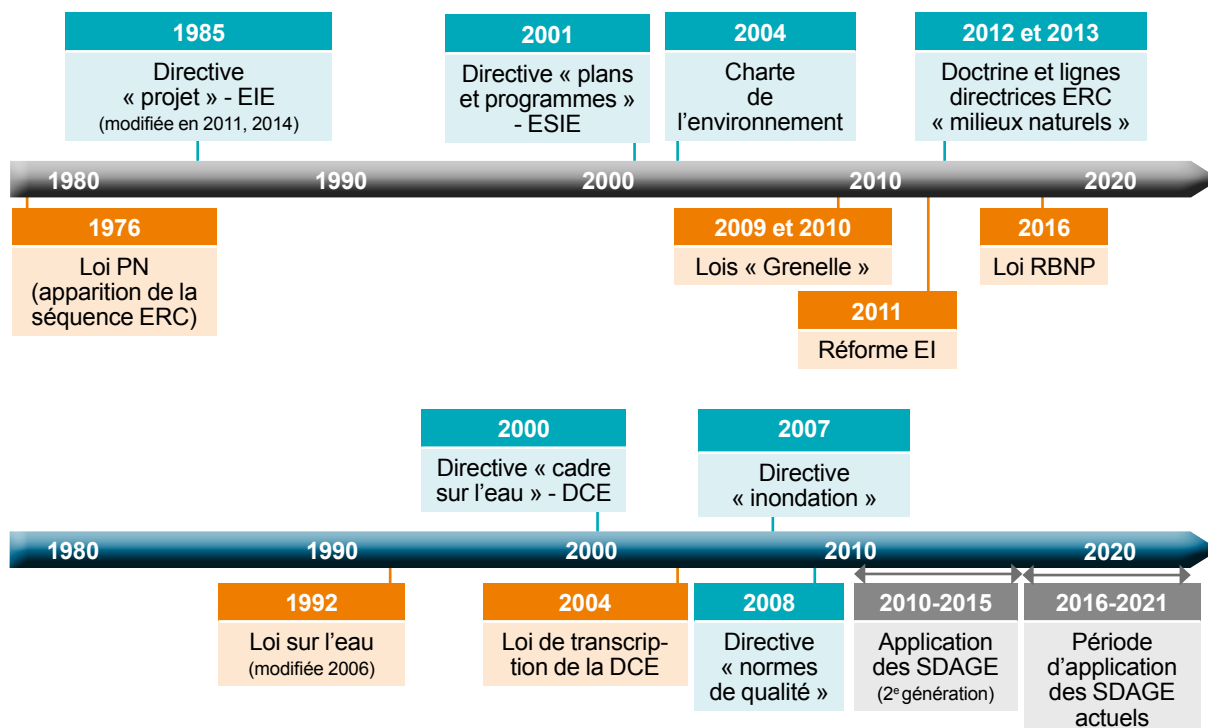
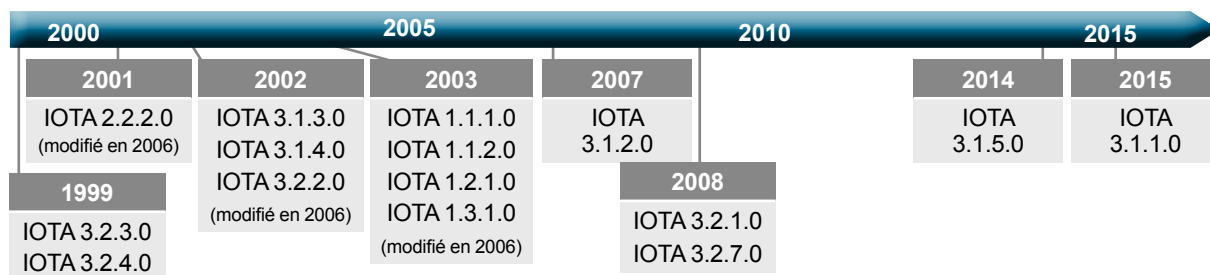


Fig. 2 (suite)

Années de parution des arrêtés de prescriptions générales relatifs à certains IOTA.

Les IOTA (installations, ouvrages, travaux et activités) sont détaillés en annexe B.

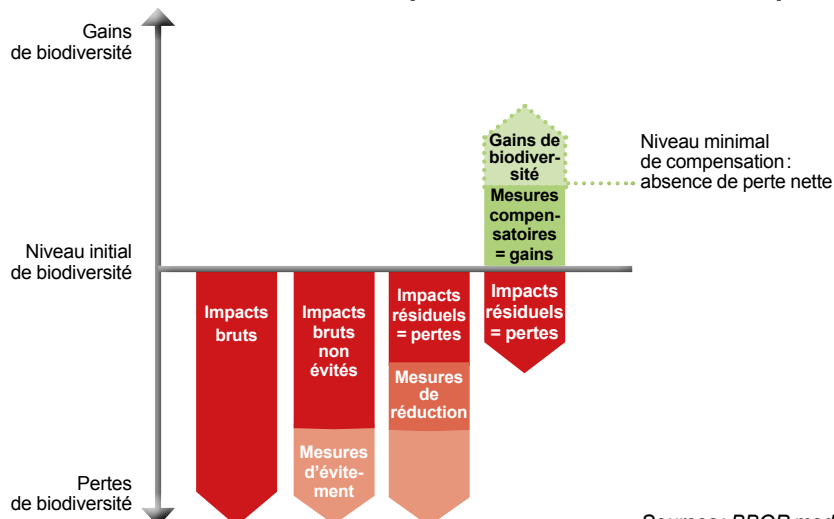


Source : Cerema

Les principes guidant la mise en œuvre de la compensation écologique

Le mécanisme décrit à la Fig. 3 s'applique aux milieux naturels et fait référence à un niveau initial de biodiversité. Il permet de visualiser simplement les attendus d'une mesure de compensation et de **raisonner sous forme de bilan entre les pertes liées au projet (l'impact résiduel après application des mesures d'évitement et de réduction) et les gains correspondant à la plus-value créée par la mise en œuvre de la mesure de compensation.**

Fig. 3 : Représentation schématique du bilan écologique de la séquence éviter, réduire et compenser



Sources : BBOP modifié, Cerema

Introduction

Pour atteindre l'objectif d'absence de perte nette de biodiversité issu de l'article 2 de la loi RBNP (qui prescrit que « ce principe [d'action préventive et de correction des atteintes à l'environnement] *doit viser un objectif d'absence de perte nette de biodiversité, voire tendre vers un gain de biodiversité* »), **il est nécessaire que les gains liés à la mise en œuvre de la mesure de compensation soient au moins égaux aux pertes engendrées par le projet** (ou le document de planification).

Bien sûr, il s'agit ici d'une représentation qui se veut simple mais, **dans la pratique, la réflexion doit être engagée par types d'impacts résiduels du projet sur les milieux et espèces.**

Cette notion se traduit par le **respect des principes de proportionnalité, d'additionnalité écologique** (« *la mesure compensatoire doit apporter un gain sur le site où elle est mise en œuvre* »), **d'équivalence qualitative et quantitative et de proximité spatiale et temporelle.**

Les principes de faisabilité technique, d'additionnalité aux engagements publics et privés, d'efficacité, de pérennité, etc., guident aussi la conception d'une mesure compensatoire, au même titre que les prescriptions spécifiques à certains IOTA ou milieux mentionnées dans les APG ou dans des documents de portée réglementaire tels que les SDAGE ou les SAGE.

Selon les lignes directrices ERC ci-avant mentionnées, la fiche n° 15 relative à la définition d'une mesure compensatoire équivalente aux impacts négatifs résiduels significatifs du projet énonce un certain nombre de définitions et de recommandations méthodologiques (cf. Encadré 1).

Ainsi, les ratios ou critères d'ajustement « **ne sont pas utilisés de manière systématique et ne constituent pas une donnée d'entrée** » (en dehors des cas où leurs valeurs minimums sont prévues au niveau de textes ou de documents cadre comme les SDAGE - cf. Annexe A). Même dans ce dernier cas (lorsque des ratios minimums sont prévus par des textes), il importe de vérifier que ces ratios sont suffisants pour respecter le principe d'équivalence.

En somme, le ratio n'est que le résultat d'une démarche analytique; **il ne peut être prédéfini avant d'avoir estimé correctement les pertes et gains écologiques.**

Encadré 1 : Définitions et recommandations méthodologiques issues des lignes directrices nationales

(Source : Lignes directrices nationales sur la séquence éviter, réduire et compenser les impacts sur les milieux naturels)

Les principes d'équivalence, de perte et de gain écologique sont définis de la manière suivante :

« L'« équivalence quantitative » s'appuie sur un ensemble de critères, de méthodes et de processus participatifs visant à évaluer et comparer les pertes écologiques liées à l'impact négatif résiduel significatif d'un projet et les gains écologiques liés à la mesure compensatoire, de manière à concevoir et dimensionner cette dernière.

Les « pertes écologiques » correspondent aux impacts négatifs résiduels significatifs du projet mesurés pour chaque composante du milieu naturel concerné par rapport à l'état initial ou, lorsque c'est pertinent, la dynamique écologique du site impacté.

Les « gains écologiques » correspondent à la plus-value écologique générée par la mesure compensatoire, mesurée pour chaque composante du milieu naturel concerné par rapport à l'état initial ou, lorsque c'est pertinent, la trajectoire écologique du site de compensation. »

La fiche précise en outre que « l'équivalence s'apprécie selon quatre dimensions : écologique, géographique, temporelle et sociétale » tout en affichant le principe d'une équivalence écologique prioritaire. L'équivalence écologique s'évalue sur des critères écologiques qualitatifs et quantitatifs.

Elle propose ensuite une démarche de définition de l'équivalence (quantitative) en 4 étapes mais n'est pas prescriptive concernant le choix d'une méthode d'évaluation des pertes et des gains écologiques.

Les 4 étapes proposées sont :

- 1. « Évaluation des pertes écologiques issues des impacts négatifs résiduels significatifs du projet, par rapport à l'état initial ;
- 2. Évaluation du gain écologique correspondant à chaque mesure compensatoire (ex : par ha restauré), par rapport à l'état initial ; [...]
- 3. Division des pertes totales par les gains, afin de déterminer le nombre ou l'ampleur des mesures compensatoires nécessaires à l'équivalence ;
- 4. Le recours à des « coefficients d'ajustement » peut être envisagé à ce stade, pour tenir compte de facteurs non pris en compte dans les étapes 1 et 2 : délais, risques, etc. »

Vers le développement et l'utilisation progressive de méthodes standardisées

À ce jour, les dossiers de demande d'autorisation déposés par les maîtres d'ouvrage (quelle que soit la procédure concernée), recourent de plus en plus, comme le recommandent les lignes directrices ERC, à des méthodes d'évaluation des pertes et des gains écologiques pour dimensionner la compensation écologique. Néanmoins, ces dernières varient entre elles et la pertinence des critères d'ajustement utilisés ou des valeurs attribuées à ces critères n'est pas toujours justifiée ni vérifiable.

Ainsi, le dimensionnement de la compensation résulte encore parfois :

- de l'application de ratios considérés comme des « données d'entrées » ou
- d'appréciations « subjectives » intégrant de façon sous-jacente des critères économiques, ou relevant d'un certain « consentement à payer » de la part du maître d'ouvrage.

Les méthodes utilisées résultent souvent de la transposition de méthodes existantes, développées à l'étranger ou en France dans le cadre d'autres projets, ou « en interne maîtrise d'ouvrage » par des bureaux d'études. Cette diversité d'approches et de méthodes est source de difficultés pour les services instructeurs et établissements publics en charge de l'expertise de ces dossiers (AFB, conservatoires botaniques, ONCFS, etc.), qui doivent nécessairement consacrer du temps pour s'approprier chaque méthode (ce qui peut ralentir l'instruction), et sont souvent démunis pour en évaluer la pertinence. Par ailleurs, certaines des méthodes utilisées actuellement sont très discutables (voire inopportunes) au regard des critères mobilisés (ou non mobilisés d'ailleurs) et des valeurs associées, si bien que le résultat obtenu ne peut pas être considéré comme pertinent. Il y a donc à ce niveau une source de fragilité juridique pour les projets.

Ainsi, le Sénat recommande d'harmoniser ces pratiques et méthodes³. À ce titre, il s'avère nécessaire, dans un premier temps, d'approfondir les éléments figurant dans la fiche n° 15 des lignes directrices ERC et d'apporter à l'ensemble des acteurs concernés des **éléments de méthode mobilisables permettant de standardiser les approches et critères de dimensionnement utilisés**.

Actuellement, plusieurs travaux sont menés en France afin de développer de telles méthodes (cf. Tableau I).

3. Rapport du Sénat n° 517 du 25 avril 2017 sur la réalité des mesures de compensation des atteintes à la biodiversité : « Proposition : développer au niveau national les éléments de méthodologie permettant de disposer d'une approche plus fine du fonctionnement des écosystèmes et pouvant être déclinés dans les territoires en tenant compte des spécificités de ces derniers. »

Introduction

Tableau I : Synthèse des travaux actuellement menés en France sur le dimensionnement des mesures de compensation des atteintes à la biodiversité

Approche	Type de milieux concernés	Méthodes et état d'avancement
Généraliste	Tous milieux	IRSTEA / MNHN / EDF – Thèse sur l'équivalence écologique. Biotope / CEREMA / CGDD – Extension de la méthode d'évaluation biophysique des dommages écologiques de moindre gravité ⁴ (compensation <i>ex post</i>) à une méthode de dimensionnement de la compensation <i>ex ante</i> – à venir.
Spécialiste	Zones humides	CEFE CNRS - Méthode expérimentale de dimensionnement de la compensation « zone humide » (MERCle) - CEFE Cnrs / Onema - tests en cours (2016 / 2018) ⁵ . AFB / MNHN – Méthode d'aide au dimensionnement de la compensation « zone humide » – en cours de développement ⁶ .
	Milieux marins	IFRECOR – méthode de dimensionnement MERCI-COR.
	Cours d'eau	AFB / CEREMA / CGDD - Typologie des méthodes de dimensionnement de la compensation « cours d'eau » (présent document).

Sources : AFB et Cerema - 2017

Globalement, les méthodes existantes peuvent être séparées en deux catégories :

- des méthodes dites « **généralistes** », qui s'appliquent quel que soit le milieu concerné et sont un peu moins prescriptives et précises. Elles laissent une marge de manœuvre plus grande à l'utilisateur ;
- des méthodes dites « **spécialisées** » qui s'intéressent à un seul type de milieu en particulier (ex : zones humides, cours d'eau).

4. <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/Thema - Comment réparer les dommages écologiques de moindre gravite.pdf>

5. <http://www.onema.fr/sites/default/files/pdf/MERCle-Onema-CEFE-cnrs-aout2016.pdf>

6. Travaux s'inscrivant dans la continuité des travaux menés par le MNHN et l'AFB sur l'évaluation des fonctions associées aux zones humides.

Les méthodes de dimensionnement de la compensation écologique pour les atteintes aux cours d'eau

Le présent document se concentre sur les **méthodes de dimensionnement de la compensation écologique utilisables dans le cas d'atteintes aux cours d'eau**.

Il semble en effet nécessaire de diffuser des outils méthodologiques ciblés sur les cours d'eau, car leur obligation de compensation est moins bien intégrée par les maîtres d'ouvrage que pour les autres milieux. Ainsi, sur la base d'un petit échantillon d'une vingtaine d'arrêtés préfectoraux d'autorisation au titre de la loi sur l'eau et relatifs à des projets d'infrastructures linéaires pris entre 1994 et 2011, il a été relevé que la fréquence des mesures compensatoires spécifiques aux zones humides était de 80 % alors qu'elle n'était que de 35 % pour les cours d'eau⁷, sans qu'un contexte particulier puisse expliquer une telle différence. En complément, il est étonnant de noter que 6 des 7 SDAGE 2016-2021 formulent des recommandations en termes de ratios de compensation pour les zones humides (cf. Annexe A) alors que c'est moins systématiquement le cas pour les cours d'eau (4 SDAGE).

Ce constat de « retard de déploiement » de mesures compensatoires portant spécifiquement sur les cours d'eau ne semble pas propre à la France et a également été signalé dans d'autres pays.

Or, les exigences réglementaires sont identiques pour les cours d'eau et pour les zones humides et plusieurs rubriques de la nomenclature « loi sur l'eau » les ciblent particulièrement, notamment les IOTA 3.1.1.0, 3.1.2.0, 3.1.3.0, 3.1.5.0, 3.2.1.0 et 3.2.2.0 (cf. Annexe B).

Ainsi, les impacts résiduels négatifs significatifs des projets sur les cours d'eau doivent être compensés au même titre que ceux portant sur les autres milieux. De plus, des arrêtés de prescriptions générales viennent préciser les modalités techniques de définition et de mise en œuvre des mesures de compensation « cours d'eau » pour certaines rubriques de la nomenclature « loi sur l'eau » (cas des rubriques 3.1.1.0 et 3.1.5.0 notamment).

Disposer de méthodes de dimensionnement spécialisées sur les cours d'eau permettrait de faciliter la conception puis l'instruction de mesures de compensation spécifiques à ces milieux aquatiques et de remédier aux lacunes ci-avant citées, que ce soit dans le cadre de projets soumis à déclaration « loi sur l'eau » ou à autorisation environnementale.

7. V. de Billy : présentation effectuée lors des journées techniques des 29 et 30 mars 2011 tenues à Aix-en-Provence et portant sur les mesures compensatoires dans les projets d'infrastructures de transport terrestre.

Introduction

En France, l'analyse bibliographique menée au démarrage de cette étude n'a pas permis de mettre en évidence de méthodes opportunes « spécialisées » sur les cours d'eau, les quelques rares méthodes référencées évaluant les pertes de biodiversité sur la base des seuls linéaires de berge impactés et reprenant par défaut les ratios de compensation préconisés dans les SDAGE pour les zones humides.

À l'étranger, les méthodes spécialisées sur les cours d'eau sont particulièrement nombreuses aux États-Unis. Bien qu'il n'y ait eu aucune volonté initiale de restreindre l'étude à ce pays, il n'a pas été trouvé de méthodes équivalentes ailleurs. Il est donc proposé dans le cadre du présent document de **se focaliser sur les méthodes de dimensionnement de la compensation écologique des cours d'eau développées dans ce pays.**

Aussi, ce rapport présente :

- le **contexte de la compensation aux États-Unis**, ceci afin de bien comprendre le cadre législatif dans lequel ces méthodes s'insèrent ;
- une synthèse des méthodes de dimensionnement de la compensation « cours d'eau » recensées, permettant d'**identifier les points de convergence et les différences relevées** entre ces méthodes, afin d'en dresser une première typologie ;
- une **analyse de leur applicabilité au contexte français**, et ce en fonction de leur caractère opérationnel, scientifique et réglementaire.

Chaque méthode recensée et examinée fait l'objet d'une fiche détaillée en partie 2.

N.B. Les termes utilisés dans le présent document peuvent être volontairement sensiblement différents de la traduction littérale de la version d'origine afin de se rapprocher du vocabulaire couramment utilisé dans notre pays.



Que comprendre par cours d'eau ?

- Selon l'article L.215-7-1 du code de l'environnement, « constitue un cours d'eau un écoulement d'eaux courantes dans un lit naturel à l'origine, alimenté par une source et présentant un débit suffisant la majeure partie de l'année. L'écoulement peut ne pas être permanent compte tenu des conditions hydrologiques et géologiques locales. »

- Pour de plus amples détails, se reporter à l'instruction du gouvernement du 3 juin 2015 relative à la cartographie et à l'identification des cours d'eau ainsi qu'à leur entretien : <http://circulaire.legifrance.gouv.fr/index.php?action=afficherCirculaire&hit=1&r=39701>

Partie 1

Les enseignements des méthodes développées aux États-Unis

Après quelques précisions sur le contexte réglementaire et méthodologique dans lequel les méthodes s'inscrivent, celles-ci font l'objet d'une analyse de leur fonctionnement global et d'une comparaison, notamment en termes de critères mobilisés. La question de la transposition des méthodes au contexte français est ensuite étudiée selon plusieurs entrées : opérationnelle, scientifique et réglementaire.



Partie 1 - Les enseignements des méthodes développées aux États-Unis

Chapitre 1

La compensation aux États-Unis

Afin de bien comprendre le cadre d'application des méthodes étudiées, il s'avère nécessaire de préciser le contexte réglementaire et méthodologique dans lequel elles s'inscrivent. Des éléments chiffrés relatifs aux procédures d'instruction et à la compensation aux États-Unis s'appuient sur un rapportage précis et mené de longue date et mettent en évidence de nombreuses similitudes avec la situation française.



© Savane, Hubert - Cerema

Structures impliquées et assise réglementaire

STRUCTURES IMPLIQUÉES

L'USACE (« *United States Army Corps of Engineers* »), le corps des ingénieurs de l'armée américaine représentée, au niveau fédéral, l'équivalent de nos services instructeurs et des services centraux. Cette agence assure le rôle :

- de suivi au jour le jour des autorisations individuelles et collectives ;
- d'élaboration de la réglementation et des guides d'application ;
- de rédaction des prescriptions adossées aux autorisations.

L'USACE est organisé en huit Divisions permanentes, elles-mêmes séparées en Districts⁸. **Il y a 38 Districts au total.** Les Districts sont définis par les limites des bassins hydrographiques pour les projets de travaux civils et par les limites politiques pour les projets militaires. Chaque District est placé sous la responsabilité d'un ingénieur « de District » ; la responsabilité de la majeure partie de la mise en œuvre de la réglementation relève de ce niveau. Les Divisions, placées sous la responsabilité d'un ingénieur « de Division », ont un rôle de surveillance des actions des Districts. Elles interviennent également en cas de réclamation portant sur des décisions émanant de ces derniers.

L'instruction de certains dossiers nécessite une coordination ou une sollicitation d'autres organismes ou agences, au cas par cas, en fonction des ressources impactées (pour consultation ou avis, par exemple si l'équivalent d'une enquête publique est nécessaire). C'est le cas de l'USEPA (« *United States Environmental Protection Agency* »), de la NOAA (« *National Oceanic and Atmospheric Administration* ») ou encore du FWS (« *Fish and Wildlife Service* »), etc. Le rôle et l'organisation de ces différentes structures ne sont pas détaillés dans ce document qui vise principalement les méthodes.

Dans la pratique, nombre d'actions sont menées en commun par l'USACE et l'USEPA, cette dernière agence intervenant en tant que structure d'appui dont le rôle est de faciliter l'application de la réglementation et de rédiger des synthèses des différentes autorisations délivrées et de leurs mises en œuvre.

ASSISE RÉGLEMENTAIRE

La loi fondatrice du pays est la loi sur la protection de l'eau (« *Clean Water Act* ») adoptée par le Congrès en 1972 pour protéger la qualité physique, biologique et chimique des eaux des États-Unis. C'est un peu l'équivalent de notre « loi sur l'eau ». L'une des sections qu'elle contient (la section 404) instaure en 1977 le régime de permis pour des impacts potentiellement significatifs. Dès lors, aucun déversement n'est permis s'il provoque des dégradations importantes sur les eaux américaines ou s'il existe une alternative moins impactante pour l'environnement. La compensation devient obligatoire pour tous les impacts résiduels (dès lors que cette dernière est possible et pertinente). Un guide d'application de cette section a été édité en 1980 par l'USEPA.

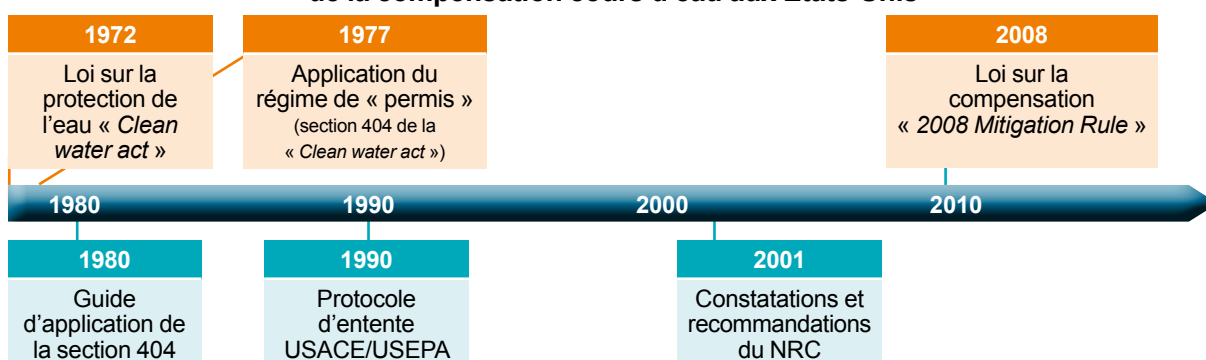
8. Le corps comprend également une Division provisoire, un District provisoire et une unité de recherche relevant directement du « quartier général ».

Partie 1 - Les enseignements des méthodes développées aux États-Unis

Ce guide a été complété en 1990 par la clarification de certains principes (via un protocole d'entente entre l'USACE et l'USEPA). Ce complément pose en particulier l'exigence d'un évitement puis d'une réduction avant de recourir aux mesures compensatoires et adopte la stratégie de non-perte nette « *no net loss* ». Les retours d'expériences de l'application de la section 404 menés pendant les années 80 et 90 ont donné lieu en 2001 à des constatations et recommandations d'un organisme indépendant: le Conseil National de la Recherche (« *National Research Council - NRC* »).

Ce sont en partie ces recommandations qui sont à l'origine d'une loi très importante sur la compensation (mesures compensatoires des pertes des ressources aquatiques) adoptée en 2008 et connue sous l'appellation « *2008 Mitigation Rule* ». Cette loi ne change rien à l'existant sur la nécessité de compenser mais se **focalise plutôt sur le « où compenser? » et « comment compenser? »**. Elle est conçue pour améliorer la planification des mesures compensatoires, leur mise en œuvre, et leur gestion en appliquant des méthodes similaires à tous les projets de compensation et en faisant valoir une approche par « bassins versants » (cf. Encadré 2) pour sélectionner les sites de compensation.

Fig. 3 bis : Représentation schématique de l'assise réglementaire de la compensation cours d'eau aux États-Unis



Source : Cerema

Encadré 2 : « L'approche par bassin versant » (« *Watershed Approach* ») selon la loi sur la compensation de 2008

Cette approche est un processus analytique visant à faire en sorte que les décisions relatives aux mesures compensatoires permettent de s'assurer de la durabilité ou de l'amélioration des ressources aquatiques du bassin versant. Cela implique la prise en compte des besoins du bassin versant et de la manière dont les sites et types de compensation y répondent. Un point de vue paysager est utilisé pour identifier les types et localisations des mesures compensatoires qui profiteront au bassin versant et compenseront les pertes des fonctions et services des ressources aquatiques (causées par les activités autorisées).

« L'approche bassin versant » peut impliquer lors de la détermination des exigences de compensation, la considération :

- de l'échelle paysagère ;
- des conditions des ressources aquatiques historiques et potentielles ;
- des impacts passés et à venir sur les ressources aquatiques du bassin versant ;
- et des connexions terrestres entre les ressources aquatiques.

Modalités d'application de la compensation

DEUX GRANDES CATÉGORIES DE PERMIS

La réalisation des projets est encadrée par deux grandes catégories de permis : les permis individuels et les permis généraux.

Les **permis individuels** (« *Individual Permit* ») sont délivrés après une évaluation spécifique si l'activité projetée n'est pas contraire à l'intérêt public. Parmi ces autorisations individuelles, sont distingués des **permis standards** (« *Standard Permit* ») et des **lettres d'autorisation** (« *Letter of Permission* »).

Les permis standards sont délivrés après rédaction d'un avis mis à disposition du public examinant les conditions d'intérêt public et rassemblant des commentaires divers sur le dossier.

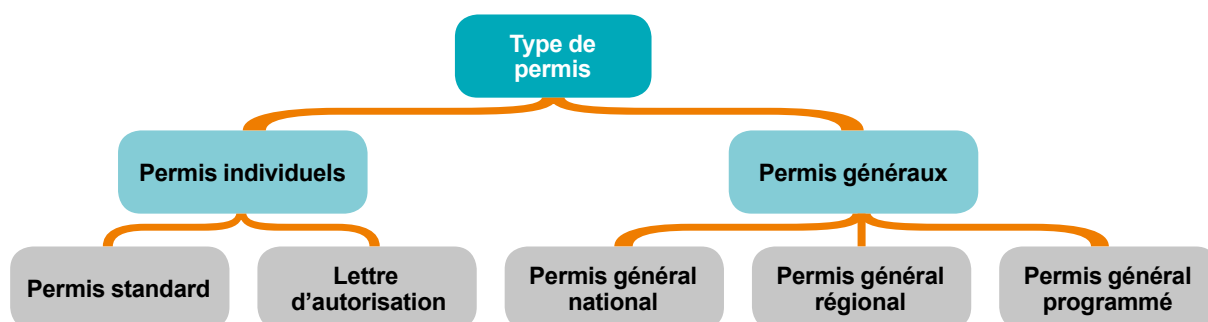
Les lettres d'autorisation relèvent d'une procédure allégée et plus rapide. Elles intègrent malgré tout, si besoin, une coordination entre le service « instructeur » et les autres agences et une démonstration de l'intérêt public.

Par analogie avec le contexte réglementaire français, on pourrait considérer que les permis standards se rapprochent des autorisations au titre de la loi sur l'eau et que les lettres d'autorisation se rapprochent des déclarations au titre de cette même loi.

Les **permis généraux** ou **autorisations communes** (« *General Permits* ») à certaines activités peuvent être délivrés pour des activités de même nature dont les impacts négatifs environnementaux sont minimales, individuellement ou de façon cumulée. Le permis peut être **national**⁹ (« *Nationwide Permit* ») s'il s'agit d'une activité qui concerne la totalité du pays (il est alors délivré par le siège de l'USACE) ou régional (« *Regional General Permit* ») s'il s'agit d'une activité localisée (il est alors délivré par un District de l'USACE). Il existe également une dernière catégorie de permis général délivré par les Districts (« *Programmatic General Permit* »), lorsqu'il s'agit d'une activité elle-même régulée par une autre agence.

Les permis généraux n'ont pas leur équivalent dans le contexte réglementaire français.

Fig. 4: Représentation schématique des différents types de permis permettant la réalisation de projets aux États-Unis



Source : Cerema

9. Il existe 54 permis de ce type aux États-Unis en 2017 : http://www.usace.army.mil/Portals/2/docs/civilworks/nwp/2017/nwp2017_general_conditions.pdf?ver=2017-04-27-084727-000

TROIS MÉCANISMES DE COMPENSATION

Le titulaire du permis peut répondre à ses obligations de compensation de différentes façons :

- soit par le biais d'une banque de compensation (« *Mitigation bank* »);
- soit par le biais de rémunérations de remplacement (« *In-lieu fee program* »);
- soit directement par le biais d'une compensation à la demande (« *Permittee-Responsible mitigation* »);
- soit par la combinaison de ces différents mécanismes.

Lorsque le maître d'ouvrage choisit de **mettre en œuvre lui-même** les mesures de compensation, il conserve la responsabilité de ses obligations de compensation, ce qui n'est pas le cas s'il mobilise l'un ou l'autre des deux autres mécanismes.

Cas des banques de compensation

Il s'agit d'un site, ou d'une série de sites au sein desquels des ressources aquatiques (comme des zones humides, des cours d'eau, des zones ripariennes) sont restaurées, créées, améliorées et/ou préservées dans le but de compenser les impacts autorisés par les permis délivrés par l'USACE. En général, une banque de compensation vend des crédits de compensation aux maîtres d'ouvrage dont **l'obligation de compenser est transférée au promoteur de la banque**. La création, le fonctionnement et l'utilisation d'une banque de compensation sont encadrés par un **accord-cadre** de la banque.

Cet accord-cadre comprend un **plan de compensation** (« *Mitigation Plan* ») qui doit inclure les 12 points suivants : objectifs de la banque, sélection du site, convention de protection du site, informations de base, détermination des crédits, plan des travaux de compensation, plan de maintenance, standards de performance, exigences de suivi, plan de gestion à long terme, plan de gestion adaptative et garanties financières.

Chaque banque propose des **crédits** (« *Mitigation Bank Credits* »). Le « crédit » est l'unité de mesure (par exemple, une mesure fonctionnelle ou surfacique ou une autre métrique qui convient) représentant la réalisation de fonctions aquatiques sur un site de compensation. La mesure des fonctions aquatiques est fondée sur les ressources aquatiques restaurées, créées, améliorées ou préservées. Les sites de compensation ont vocation à être pérennes (« à perpétuité »).

Cas des rémunérations de remplacement

Les rémunérations de remplacement ont pour finalité la restauration, la création, l'amélioration et/ou la préservation de ressources aquatiques, à travers des financements versés à une entité de gestion des ressources naturelles, gouvernementale ou non (mais à but non lucratif), afin de satisfaire aux exigences compensatoires figurant dans les permis délivrés par l'USACE. L'obligation de compenser est également transférée à l'entité de gestion.

Comme les banques de compensation, les rémunérations de remplacement sont encadrées par un accord-cadre incluant un **plan de compensation**. Les actions sont mises en œuvre une fois un certain montant atteint, soit en général en même temps, soit après que les impacts se soient produits. Contrairement à la banque de compensation, l'entité qui perçoit les financements **ne peut pas faire de bénéfice**. Il s'agit là des seules différences avec les banques de compensation.

Le cadre de planification de la compensation (« *Compensation Planning Framework* ») est utilisé pour sélectionner, sécuriser et mettre en œuvre les actions écologiques.

La mobilisation de l'un ou l'autre des mécanismes disponibles n'exonère en rien la nécessaire conformité des actions prévues avec les autres exigences réglementaires.

Une hiérarchie dans la mobilisation de ces mécanismes

La loi sur la compensation de 2008 affiche une hiérarchie de ces mécanismes de compensation en énonçant une préférence :

- (1) pour les crédits provenant d'une banque de compensation et à défaut ;
- (2) pour les rémunérations de remplacement et à défaut ;
- (3) pour une compensation mise en œuvre par le bénéficiaire de l'autorisation selon l'approche « bassin versant » et à défaut ;
- (4) pour une compensation mise en œuvre par le bénéficiaire de l'autorisation sur site (« *on site* ») et respectant une équivalence écologique et à défaut ;
- (5) pour une compensation mise en œuvre par le bénéficiaire de l'autorisation en dehors du site et/ou ne respectant pas une équivalence écologique.

MISE EN ŒUVRE DE LA COMPENSATION VIA QUATRE TYPES D' ACTIONS ÉCOLOGIQUES

La mise en œuvre de la compensation peut se faire en mobilisant l'un des quatre types d'actions écologiques listées et définies par la loi sur la compensation de 2008.

Remarque : il s'agit ici des actions écologiques qui **concernent l'ensemble des ressources aquatiques** (zones humides, cours d'eau et étendues d'eau stagnantes) et pas seulement les cours d'eau pour lesquels des précisions complémentaires sont apportées (cf. chapitre 2, § Liste des méthodes étudiées).

1. La restauration (« *restoration* »)

Elle désigne la manipulation des caractéristiques physiques, chimiques ou biologiques d'un site avec l'objectif de ramener les fonctions naturelles/historiques d'une ressource aquatique dégradée à un niveau satisfaisant. Afin de suivre les gains nets des ressources aquatiques, la restauration est séparée en deux catégories : le **rétablissement** et la **réhabilitation**.

- a. le **rétablissement** (« *re-establishment* ») entraîne la reconstruction d'une précédente ressource aquatique et provoque un gain au niveau de la superficie et des fonctions des ressources aquatiques ;
- b. la **réhabilitation** (« *rehabilitation* ») entraîne un gain au niveau des fonctions des ressources aquatiques, mais ne provoque pas d'augmentation de la superficie.

2. La création (« *establishment* »)

Elle désigne la manipulation des caractéristiques physiques, chimiques ou biologiques présentes pour développer une ressource aquatique qui n'existait pas précédemment. La création entraîne un gain au niveau des fonctions et de la superficie des ressources aquatiques.

3. L'amélioration (« *enhancement* »)

Elle désigne la manipulation des caractéristiques physiques, chimiques ou biologiques d'une ressource aquatique pour augmenter, intensifier ou améliorer des fonctions des ressources aquatiques. L'amélioration entraîne un gain au niveau des fonctions des ressources aquatiques sélectionnées, mais peut également conduire à un déclin des autres fonctions des ressources aquatiques. L'amélioration ne provoque pas de gain au niveau de la superficie de la ressource aquatique.

Partie 1 - Les enseignements des méthodes développées aux États-Unis

La distinction entre ce type d'action et la réhabilitation demeure assez subtile ; les exemples énoncés dans les méthodes étudiées montrent que l'amélioration porte en général sur une surface moins étendue que la réhabilitation ou qu'elle est entreprise à des fins précises (ex : amélioration de la qualité de l'eau).

4. La préservation (« *preservation* »)

Elle désigne l'élimination d'une menace, ou la prévention du déclin, pesant sur les ressources aquatiques par une action sur ces ressources aquatiques. Cette notion comprend des activités généralement associées à la protection et à l'entretien des ressources aquatiques à travers la mise en œuvre de mécanismes juridiques et physiques. La préservation ne provoque pas de gain en termes de superficie ou de fonctions des ressources aquatiques.

De plus, la loi affiche une préférence pour la restauration et identifie l'amélioration et la création comme les deux autres options préconisées. La préservation reste la stratégie de compensation à mobiliser en dernier ressort (cf. Tableau II).

Tableau II : Les différents types d'actions écologiques retenus aux États-Unis et leurs effets attendus sur les fonctions des ressources aquatiques et en termes de superficie

Type d'action écologique	Gain attendu sur les fonctions des ressources aquatiques	Gain attendu en termes de superficie	Ordre de préférence affichée selon la loi sur la compensation de 2008
1a. Restauration rétablissement	OUI	OUI	1
1b. Restauration réhabilitation	OUI	NON	1
2. Création	OUI	OUI	2
3. Amélioration	OUI	NON	2
4. Préservation	NON	NON	3

Source : Cerema

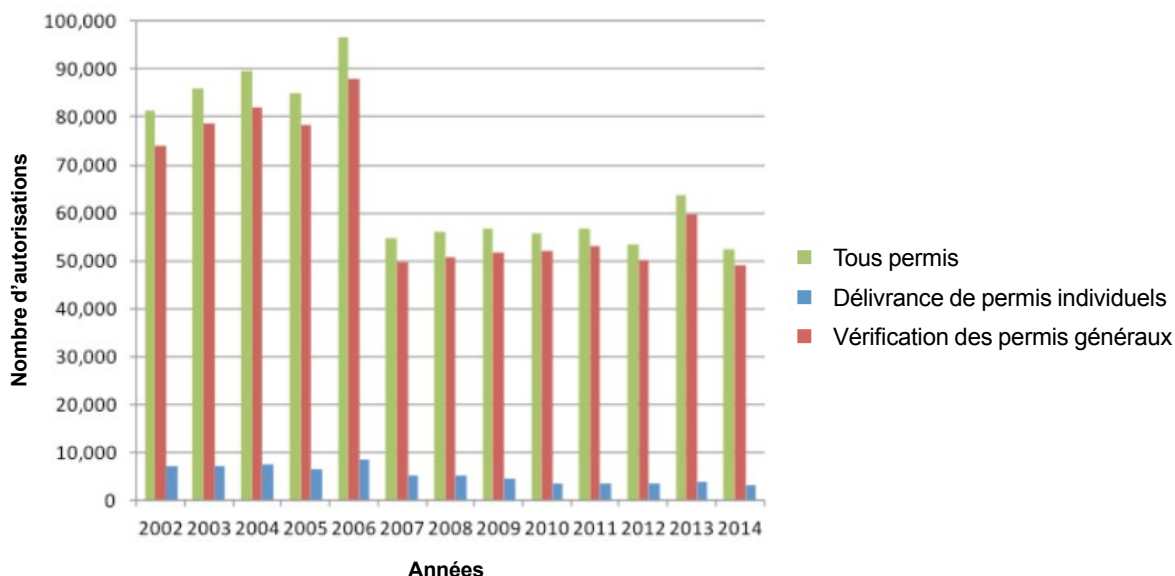
Quelques chiffres

N.B. Sauf mention contraire, toutes les données rapportées dans ce paragraphe sont issues du document suivant : The Mitigation Rule Retrospective : A Review of the 2008 Regulations Governing Compensatory Mitigation for Losses of Aquatic Resources – IWR - 2015

NOMBRE ET TYPE D'AUTORISATIONS DÉLIVRÉES

Entre 2002 et 2006, le nombre moyen d'autorisations délivrées par an s'élève à 87 593 (cf. Fig. 5). Ce chiffre tombe à 56 222 en 2007 en raison du ralentissement économique. Notons qu'en moyenne, sur la période 2010-2014, les permis individuels représentent moins de 7 % de la totalité des autorisations délivrées (cf. Tableau III).

Fig. 5 : Évolution du nombre total d'autorisations délivrées entre 2002 et 2014 aux États-Unis



Source : The Mitigation Rule Retrospective - 2015

Partie 1 - Les enseignements des méthodes développées aux États-Unis

Tableau III : Évolution du nombre total d'autorisations délivrées entre 2010 et 2014 aux États-Unis et détail par type de permis permettant la réalisation de projets

Année	Permis généraux			Permis individuels		Total
	Nationaux	Programmés	Régionaux	Standards	Lettres d'autorisation	
2010	30 896	7 722	13 558	2 046	1 610	55 832
2011	28 455	8 814	15 731	1 973	1 627	56 600
2012	29 127	6 986	13 867	1 790	1 723	53 493
2013	34 214	8 254	17 127	1 987	2 013	63 595
2014	32 864	5 256	11 067	1 693	1 529	52 409
Moyenne	31 111	7 406	14 270	1 898	1 700	56 386

Source : *The Mitigation Rule Re*

Sur la période couverte dans le tableau III (2010-2014), les ressources aquatiques impactées étaient représentées à hauteur de **55 % par les cours d'eau, de 33 % par les zones humides et de 12 % par les étendues d'eau stagnantes** (lacs).

PROPORTION DE PERMIS CONTENANT DES MESURES COMPENSATOIRES ET TYPES D'ACTIONS ÉCOLOGIQUES UTILISÉS

Entre 2002 et 2006, les zones humides impactées par les autorisations délivrées étaient en moyenne de 10 145 ha par an alors que les obligations de compensation étaient en moyenne de 24 327 ha. Suite au ralentissement économique de 2007, ces chiffres sont respectivement tombés à 6 669 ha de zones humides impactées par an et à 14 812 ha d'obligation de compensation par an sur la période 2007-2014. En moyenne et pour chaque hectare de zone humide impacté, l'obligation de compensation portait donc sur une surface plus importante (de 2,22 sur la période 2007-2014 à 2,39 ha sur la période 2002-2006).

Parmi les autorisations délivrées, **près d'un permis individuel standard sur deux contient des obligations de compensation**, alors que ce n'est le cas que de 8 % des permis généraux (cf. Tableau IV).

Tableau IV : Pourcentage des autorisations comportant des obligations de compensation entre 2010 et 2014 aux États-Unis

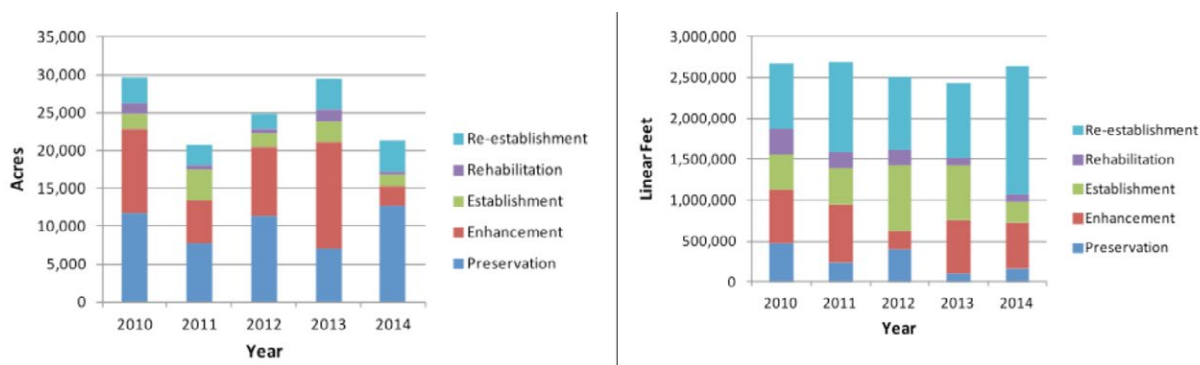
Année	Permis généraux				Permis individuels			Tous permis confondus
	Nationaux	Programmés	Régionaux	Tous permis généraux	Standards	Lettres d'autorisation	Tous permis individuels	
2010	12 %	5 %	8 %	10 %	50 %	12 %	33 %	11 %
2011	11 %	1 %	5 %	7 %	48 %	1 %	32 %	9 %
2012	15 %	1 %	5 %	10 %	46 %	10 %	29 %	12 %
2013	9 %	1 %	5 %	7 %	48 %	10 %	29 %	8 %
2014	10 %	6 %	2 %	8 %	54 %	13 %	34 %	10 %
Moyenne	11 %	3 %	5 %	8 %	49 %	11 %	31 %	10 %

Source : *The Mitigation Rule Retrospective - 2015*

Partie 1 - Les enseignements des méthodes développées aux États-Unis

Le type d'action écologique utilisé varie en fonction de l'unité servant à dimensionner la mesure de compensation (cf. Fig. 6). Lorsque l'unité est surfacique, les actions de préservation et d'amélioration dominent. Lorsque l'unité est linéaire, le mode de compensation prédominant est le rétablissement (ce dernier mode intègre en particulier la « compensation cours d'eau »).

Fig. 6: Type d'action écologique utilisé aux États-Unis, selon une unité surfacique (à gauche) ou linéaire (à droite) entre 2010 et 2014

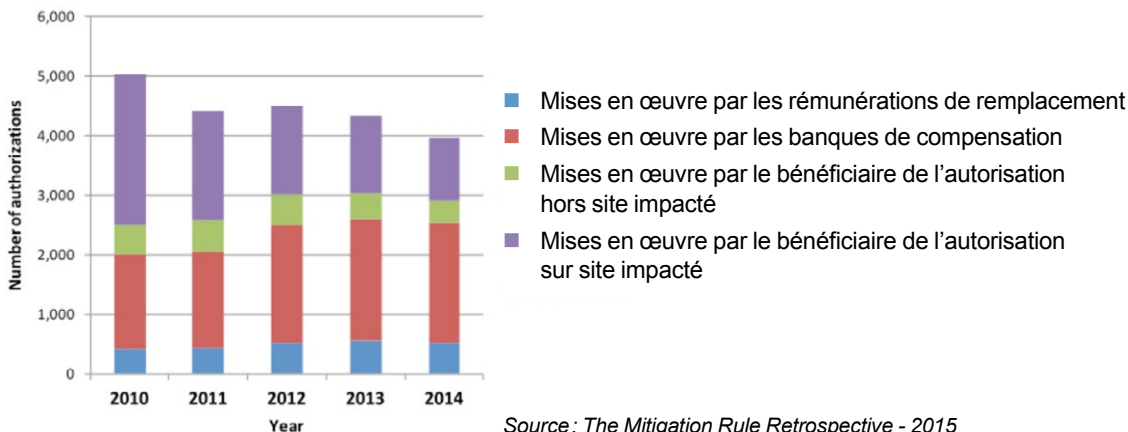


Source: *The Mitigation Rule Retrospective - 2015*

MÉCANISMES DE COMPENSATION MOBILISÉS

La compensation est mise en œuvre à hauteur de 41 % par des banques de compensation et de 11 % par des rémunérations de remplacement. Le reste de la compensation est mis en œuvre directement par les bénéficiaires de l'autorisation, sur site impacté pour 37 % et hors site pour les derniers 10 %. La Fig. 7 montre une évolution croissante de la mise en œuvre de la compensation par le biais d'une banque sur la période 2010 - 2014.

Fig. 7: Nombre total d'autorisations délivrées aux États-Unis et nécessitant la mise en œuvre de mesures compensatoires et mécanisme utilisé sur la période 2010-2014

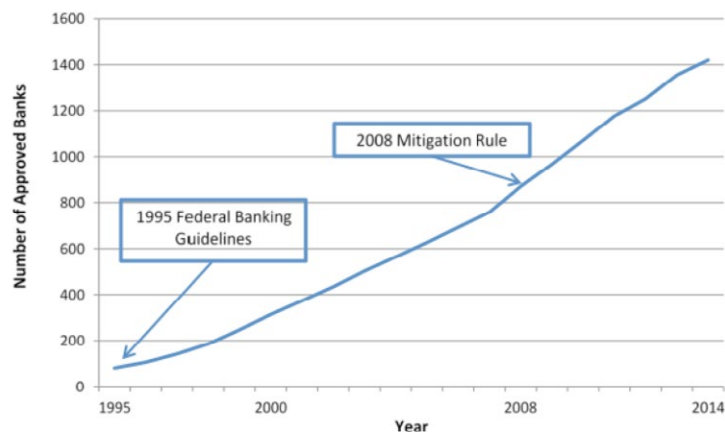


Source: *The Mitigation Rule Retrospective - 2015*

Partie 1 - Les enseignements des méthodes développées aux États-Unis

Les banques de compensation sont très répandues aux États-Unis et leur nombre est en forte croissance depuis 1995 : fin 2014, 1 428 avaient été approuvées (cf. Fig. 8).

Fig. 8 : Évolution du nombre de banques de compensation aux États-Unis entre 1995 et 2014

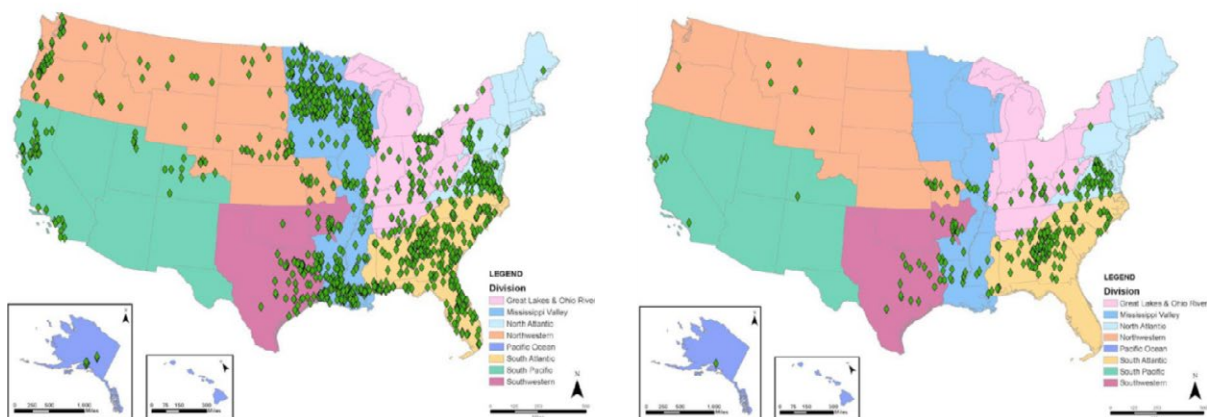


Source : *The Mitigation Rule Retrospective - 2015*

Bien que présentes sur l'ensemble du territoire, elles prédominent sur les territoires des Divisions USACE de la vallée du Mississippi et de l'Atlantique sud (cf. Fig. 9)

Fig. 9 : Localisation des banques de compensation aux États-Unis en 2014

(Tout type de banque à gauche et proposant des crédits « cours d'eau » à droite)



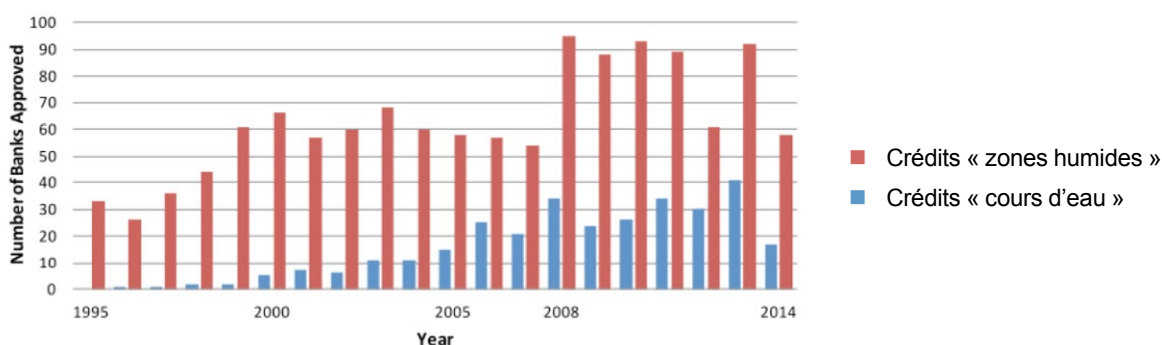
Source : *The Mitigation Rule Retrospective - 2015*

Partie 1 - Les enseignements des méthodes développées aux États-Unis

Seule une partie des banques de compensation propose des crédits « cours d'eau » (cf. Fig. 9). Alors que ces dernières étaient au nombre de 141 (réparties sur 16 états) en 2008, elles étaient 313 (réparties sur 21 états) en 2014, soit une augmentation de 200 %.

Sur la même période, cette augmentation n'a été que de 52 % pour les banques de compensation proposant des crédits « milieux humides » (cf. Fig. 10).

Fig. 10: Nombre de banques de compensation approuvées annuellement aux États-Unis entre 1995 et 2014
selon que ces dernières proposent des crédits « zones humides » ou des crédits « cours d'eau »



Source: *The Mitigation Rule Retrospective - 2015*

Dans les années 80 et le début des années 90, la plupart des banques de compensation n'avaient qu'un seul client (usage unique, pour un seul projet). Depuis la loi sur la compensation de 2008, 83 % des banques de compensation autorisées visent la mise en œuvre de la compensation de plusieurs projets.

Les programmes de rémunération de remplacement sont beaucoup moins nombreux: entre 2008 et 2014, 45 ont été autorisés mais pour 24 d'entre eux, il s'agissait simplement d'un renouvellement de l'autorisation.

Dans le cadre de chaque autorisation, la **mise en évidence d'une obligation de compensation augmente de plus de 100 % la durée d'instruction**. Cette dernière est de l'ordre de 50 jours en l'absence de compensation. Elle peut varier entre 110 et 140 jours si la compensation est prévue par le biais d'une banque de compensation ou d'une rémunération de remplacement et **dépasser 250 jours dans le cadre d'une compensation mise en œuvre en dehors du site impacté directement par le bénéficiaire de l'autorisation**.

Enfin, la mise en œuvre de la compensation aux États-Unis représenterait une somme de l'ordre de 2,9 milliards de dollars par an, soit 2,73 milliards d'euros (source: *Assessing Stream Mitigation Practice, 2016*).

Que retenir par rapport au contexte français ?

- Le processus d'autorisation des permis individuels mis en place aux États-Unis présente de fortes similitudes avec les modalités d'instruction des projets en France : il existe différentes procédures avec des délais d'instruction similaires (de 4 à 8 mois en fonction du mécanisme de compensation retenu).
- Concernant la conception des mesures de compensation : aux États-Unis, il peut y avoir une co-construction de la compensation entre l'équivalent du « service instructeur » et le pétitionnaire. Ce n'est pas le cas en France même si des orientations ou recommandations techniques peuvent néanmoins être effectuées auprès des pétitionnaires par les services instructeurs de l'État ou les établissements publics en charge de l'appui technique à la police administrative (appui réglementaire, appui méthodologique, recommandations techniques, échanges préalables divers, avis sur dossiers « minutes », etc.).
- Les mécanismes de compensation proposés aux États-Unis sont plus diversifiés qu'en France. Les « rémunérations de remplacement » n'ont pas leur équivalent. Quant aux banques de compensation, elles y sont très développées et ce depuis de longues années, alors que cette possibilité n'est envisageable dans notre pays que depuis la loi du 8 août 2016 avec les « sites naturels de compensation »¹⁰ (à l'exception des quatre expérimentations de la compensation par l'offre engagées depuis 2011 par le ministère en charge de l'environnement). Les sites naturels de compensation¹¹ (qui permettent la vente d'unité de compensation) ne sont cependant pas strictement équivalents aux banques de compensation ci-avant citées (qui permettent la vente de crédit). La durée de validité de l'agrément du site de compensation est au minimum de 30 ans en France, alors que dans le cas américain, le sol doit être protégé à perpétuité. En outre, si un pétitionnaire décide de s'assurer de la mise en œuvre de ses obligations de compensation via un « site naturel de compensation », il reste « seul responsable à l'égard de l'autorité administrative » de la même façon que s'il y satisfaisait directement ou en faisant appel à un opérateur de compensation (alors que les obligations de compensation sont transférées au promoteur de la banque de compensation aux États-Unis).
- Les types d'actions écologiques mobilisées pour mettre en œuvre la compensation sont assez similaires : les lignes directrices ERC citent également la création, la restauration / réhabilitation avec des concepts proches de ceux utilisés aux États-Unis. L'évolution des pratiques de gestion pourrait se rapprocher de la notion d'amélioration. La préservation peut être reconnue comme mesure de compensation dans les deux pays, mais par exception et sous conditions.
- Le suivi/contrôle « administratif » des autorisations délivrées est rigoureux aux États-Unis et permet de faire des synthèses à l'échelle du pays. En France, le suivi des mesures de compensation est de la responsabilité des pétitionnaires et le contrôle de celle des services de l'État et des établissements publics en charge de missions régaliennes de l'État (AFB, ONCFS, etc.).

10. Cf. Article L.163-3 du CE.

11. Pour de plus amples détails, se reporter au décret du 28 février 2017 relatif à l'agrément des sites naturels de compensation (https://www.legifrance.gouv.fr/jo_pdf.do?id=JORFTEXT000034111878) et à l'arrêté du 10 avril 2017 fixant la composition du dossier de demande d'agrément d'un site naturel de compensation (https://www.legifrance.gouv.fr/jo_pdf.do?id=JORFTEXT000034438535).

Partie 1 - Les enseignements des méthodes développées aux États-Unis

- Sur la période 2002-2014, les retours d'expérience concernant les obligations de compensation des zones humides impactées portent en moyenne sur des surfaces supérieures aux surfaces impactées. Les ratios obtenus au final (x 2,22 ou x 2,39 selon la période considérée) sont du même ordre de grandeur que ceux imposés par certains SDAGE (compensation avec un ratio de 200 %).
- Les sommes en jeu sont importantes ; rapporté à la surface de la France, le budget « équivalent » serait d'environ de 187,38 millions d'euros par an.
- En France, le coût de la mise en œuvre de la compensation ne fait pas l'objet d'évaluation aussi précise qu'aux États-Unis.

Chapitre 2

Synthèse des méthodes américaines

Après une présentation des méthodes étudiées, il s'agit ici de mettre en exergue leur fonctionnement global et de les comparer, notamment en termes de critères mobilisés mais également en fonction des éventuelles prescriptions complémentaires qu'elles formulent, par exemple sur des seuils de compensation ou encore sur les actions écologiques qu'elles plébiscitent. Les méthodes analysées sont ici séparées en trois groupes : méthodes qualitatives, méthodes semi-quantitatives et méthodes quantitatives.



© Séverine Hubert - Deaptra

Liste des méthodes étudiées

Aux États-Unis, lors de la parution du protocole d'entente de 1990 (document complémentaire au guide initial d'application de la section 404 de la loi sur la protection de l'eau), quasiment toute l'attention en matière de compensation s'est portée sur les zones humides¹². Ainsi, les **impacts sur les cours d'eau ont reçu moins d'attention** et ont souvent été compensés avec des projets de compensation portant sur des zones humides, sans respect de l'équivalence écologique qualitative¹³.

Pendant la décennie précédant la loi sur la compensation de 2008 « *2008 Mitigation Rule* », certains États et Districts de l'USACE (particulièrement dans le sud-est du pays) ont commencé progressivement à rendre obligatoire la compensation « *in-kind* » pour les cours d'eau, c'est-à-dire à **déployer des mesures compensatoires sur des cours d'eau pour des impacts sur les cours d'eau** (écosystèmes de même type).

Bien que la première reconnaissance nationale de la compensation des cours d'eau comme pratique ait eu lieu avec les « *Nationwide Permits* » en 2002, les stratégies de compensation des cours d'eau n'ont été formellement établies à un niveau national que dans la loi sur la compensation de 2008 qui affirme très clairement que **toutes les ressources aquatiques sont concernées** (cours d'eau y compris).

Cette loi admet cependant que les cours d'eau sont des ressources particulièrement « difficiles à remplacer ». Elle reconnaît que la littérature scientifique concernant la question de la création et du rétablissement de cours d'eau est limitée et que par le passé, le bilan en termes de résultat de certaines mesures compensatoires mises en œuvre est mitigé.

Par conséquent, la loi sur la compensation de 2008 émet les **préconisations suivantes pour les compensations spécifiques aux cours d'eau** :

- déconseiller la création et le rétablissement en raison du risque jugé élevé de non atteinte des objectifs ;
- privilégier la réhabilitation, l'amélioration ou la préservation tout en respectant l'équivalence écologique « *in-kind* » ;
- compléter le descriptif des travaux de compensation par les éléments suivants : géométrie des vues en plan, forme du lit, taille du bassin versant, prévision des débits et détails des plantations envisagées sur les zones riveraines ;
- obliger au moins 5 années de suivi des mesures de compensation, voire plus pour certaines ressources à évolution lente.

Bien que constituant une évolution majeure pour la mise en œuvre de mesures de compensation spécifiques aux cours d'eau, cette loi **laisse une marge de manœuvre importante sur de nombreuses composantes** de la compensation.

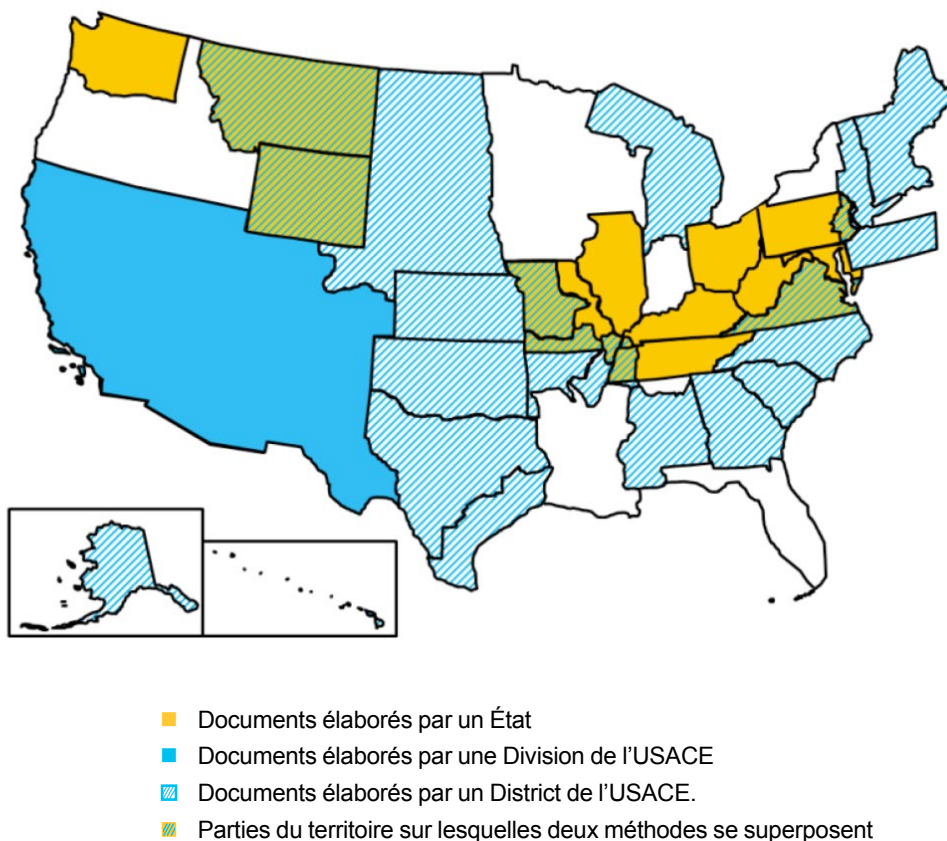
12. En 1989, le président Bush a annoncé un « *no net loss* » pour les zones humides et les autres ressources aquatiques mais dans les faits ce « *no net loss* » s'est initialement focalisé sur les zones humides et non sur les autres ressources aquatiques.

13. An assessment of U.S. stream compensatory mitigation policy : necessary changes to protect ecosystem functions and services – Journal of the American water resources association – Avril 2013.

Partie 1 - Les enseignements des méthodes développées aux États-Unis

Depuis les années 2000, certains États et Districts de l'USACE ont développé des méthodes de dimensionnement de la compensation « cours d'eau » dénommées « procédures opératoires normalisées » « *Standard Operating Procedures - SOP* » ou des documents d'orientation. Il est toutefois à noter que les périmètres des Districts de l'USACE ne correspondent pas à ceux des États ; par conséquent certaines parties du territoire peuvent se retrouver sans méthode alors que sur d'autres, il peut y avoir une superposition de deux méthodes (cf. Fig. 11).

Fig. 11 : Zones couvertes par des procédures opératoires normalisées (« SOP ») ou par des documents d'orientation



Source : *Stream mitigation : Science, policy and practice - 2016*

Le tableau V liste les 19 méthodes étudiées. La bibliographie liste également un certain nombre de documents collectés mais non étudiés dans le cadre de la présente étude. Il s'agit de documents qui ne contiennent pas de méthode spécifique pour les cours d'eau : retours d'expériences, guides d'application locaux, méthodes d'élaboration de plan de compensation (pour les banques), etc.

Chaque méthode étudiée fait l'objet d'une fiche synthétique en partie 2. Chaque fiche n'a pas pour objet de reprendre l'intégralité des éléments propres à la méthode examinée, ni sa stricte traduction, mais s'efforce de présenter, sous un format homogène, ses particularités ainsi que les éléments qui relèvent d'un concept jugé intéressant ou les éléments « nouveaux » par rapport aux méthodes déjà détaillées. Si besoin, le lecteur pourra se référer aux documents sources via l'hyperlien inséré dans le tableau V. Dans les documents originaux, les distances sont toutes exprimées « en pieds », contrairement à celui-ci où, pour une meilleure compréhension, elles ont été converties en mètres.

Selon une première approche, les documents / méthodes examinées appartiennent à trois groupes :

1. Des méthodes qualitatives (3 méthodes)

Limitées à des préconisations générales qui viennent compléter les prescriptions de la loi sur la compensation de 2008, elles se focalisent parfois sur un aspect particulier de la compensation et se rapprochent de « doctrines » ou de « lignes directrices ».

2. Des méthodes semi-quantitatives (6 méthodes)

Outre des recommandations générales, elles comprennent un certain nombre de préconisations, soit en termes de ratios, soit en termes de calcul des « débits » et des « crédits » de compensation.

3. Des méthodes quantitatives (10 méthodes)

Elles contiennent l'ensemble des éléments permettant de calculer d'un côté un « débit » et de l'autre un « crédit » de compensation.

Toutes les méthodes ont vocation à s'appliquer à l'ensemble des cours d'eau du territoire qu'elles couvrent.

Au final, les méthodes semi-quantitatives comme quantitatives valident l'éligibilité des mesures de compensation proposées sur le plan quantitatif **lorsque les « crédits » sont au moins égaux aux « débits »**. Il ne s'agit donc pas strictement de méthodes de dimensionnement puisque le résultat obtenu n'est pas une unité de surface ou de longueur mais de **comparaison des valeurs obtenues** (un certain volume de « débits » d'un côté et de « crédits » de l'autre).

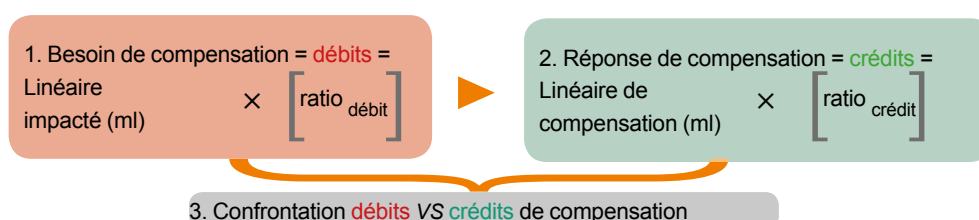
Le document utilise les termes de « débits » et de « crédits » de compensation. Il pourrait également être indifféremment utilisés les termes/expressions de « pertes » et de « gains » utilisés par la loi « RBNP » du 08 août 2016.

La figure 12 présente de façon schématique la philosophie des méthodes qui se décline en trois étapes principales :

1. Évaluation des « débits » ;
2. Évaluation des « crédits » ;
3. Confrontation entre « débits » et « crédits ».

Partie 1 - Les enseignements des méthodes développées aux États-Unis

Fig. 12 : Représentation schématique de la philosophie des méthodes quantitatives et semi-quantitatives



Sources : AFB et Cerema - 2017

Tableau V : Liste des 19 méthodes étudiées

(s'appliquant sur la totalité d'un District de l'USACE ou s'appliquant à un État)
Pour les méthodes s'appliquant à un District, l'USACE en est toujours l'auteur

Zone géographique d'application de la méthode	Intitulé du document	Date	N° fiche (partie 2)
Méthodes qualitatives			
District de Fort Worth (« Division » du Sud-Ouest)	Fort Worth District Stream Mitigation Method http://www.swf.usace.army.mil/Portals/47/docs/regulatory/publicnotices/2013/PN_SWF_2011_00078.pdf	2013	1
District de Detroit (« Division » des Grands Lacs et de la rivière Ohio)	Mitigation Guidelines and Requirements http://www.lre.usace.army.mil/Portals/69/docs/regulatory/PDFs/MitigationGuidelinesDec2008.pdf	2008	2
District de Philadelphie (« Division » de l'Atlantique Nord)	Mitigation and Monitoring Guidelines http://www.nap.usace.army.mil/Portals/39/docs/regulatory/Mitigation/mitig_monitor_guide.pdf	2004	3
Méthodes semi-quantitatives			
District de New England (« Division » de l'Atlantique Nord)	Compensatory Mitigation Guidance (2015) http://www.nae.usace.army.mil/Portals/74/docs/regulatory/publicnotices/CompMitigationGuidance3Mar2015.pdf	2015	4
District de Tulsa (« Division » du Sud-Ouest)	Aquatic Resource Mitigation and Monitoring Guidelines http://www.swt.usace.army.mil/Portals/41/docs/missions/regulatory/mitigation/MMG.pdf	2004	5
District de Wilmington (« Division » de la Caroline du Nord)	Stream Mitigation Guidelines https://xfer.services.ncdot.gov/dsplan/2008 Highway Letting/07-15-08/Plans and Proposals/Yancey R-2518B C202007/Permit Information/Stream Mitigation Guidelines.pdf	2003	6
État du Kentucky (Auteur : Kentucky Division of Water)	Stream Relocation/Mitigation Guidelines http://water.ky.gov/permitting/Lists/Working in Streams and Wetlands/Attachments/5/DraftStreamMitigationGuidelines.pdf	2007	7
État de l'Ohio (Auteurs : USACE, Buffalo, Huntington, and Pittsburgh Districts)	Guidelines for Stream Mitigation Banking and In-Lieu Fee Programs in Ohio http://www.lrh.usace.army.mil/Portals/38/docs/regulatory/Guidelines%20for%20Stream%20Mitigation%20Banking%20and%20In-Lieu%20Fee%20Programs%20in%20Oh.pdf	2014	8
État du Tennessee (Auteur : Tennessee Department of Environment and Conservation, Division of Water Pollution Control, Natural Resources Section)	Draft Stream Mitigation Guidelines for the State of Tennessee https://www.tn.gov/content/dam/tn/environment/water/documents/water_permit_stream-mitigation-guidelines.pdf	2004	9

.../...

Partie 1 - Les enseignements des méthodes développées aux États-Unis

Tableau V : Liste des 19 méthodes étudiées (suite)

Zone géographique d'application de la méthode	Intitulé du document	Date	N° fiche (partie 2)
Méthodes quantitatives			
District de Kansas City (« Division » du Nord-Ouest)	Kansas Stream Mitigation Guidance http://www.nwk.usace.army.mil/Portals/29/docs/regulatory/mitigation/KSMG_Guidance_25Jun2010.pdf	2010	10
État de l'Illinois (Auteur : USACE)	Illinois Stream Mitigation Guidance http://www.mvr.usace.army.mil/Portals/48/docs/regulatory/mitigation/IllinoisMethod.pdf	2010	11
District de Little Rock (« Division » du Sud-Ouest)	Little Rock District Stream Method http://www.swl.usace.army.mil/Portals/50/docs/regulatory/LittleRockStreamMethod.pdf	2011	12
District de Mobile (« Division » de l'Atlantique Sud)	Compensatory Stream Mitigation Standard Operating Procedures and Guidelines http://www.sam.usace.army.mil/Portals/46/docs/regulatory/docs/2012FinalStreamSOP.pdf	2012	13
District de Norfolk (« Division » de l'Atlantique Nord)	Unified Stream Methodology for use in Virginia http://www.deq.virginia.gov/Portals/0/DEQ/Water/WetlandsStreams/USM_PN-01-18-07.pdf	2007	14
District de Savannah (« Division » de l'Atlantique Sud)	Draft Guidelines to Establish and Operate Stream Mitigation Banks in Georgia Standard Operating Procedure, Compensatory Mitigation, Wetlands, Openwater & Streams http://www.sas.usace.army.mil/Portals/61/docs/regulatory/Mitigation_Comp_SOP.pdf	2011 2004	15
État du Missouri (Auteur : USACE)	Stream Mitigation Method http://www.mvm.usace.army.mil/Portals/51/docs/regulatory/May_2013_Missouri_Stream_Mitigation_Method.pdf	2013	16
État du Montana (Auteur : USACE, Omaha District)	Montana Stream Mitigation Procedure http://www.nwo.usace.army.mil/Portals/23/docs/regulatory/mitigation/200508-MitigationGuide.pdf	2013	17
État de Pennsylvanie (Auteur : Pennsylvania Department of Environmental Protection, Bureau of Waterways, Engineering and Wetlands, Division of Wetlands, Encroachments and Training)	Pennsylvania Function Based Aquatic Resource Compensation Protocol http://www.elibrary.dep.state.pa.us/dsweb/Get/Document-99527/310-2137-001.pdf	2014	18
État du Wyoming (Auteur : USACE, Omaha District)	Wyoming Stream Mitigation Procedure http://www.nwo.usace.army.mil/Portals/23/docs/regulatory/WY/WSMP_Feb2013.pdf	2013	19

À noter que l'étude menée ici s'inscrit dans un **contexte très « dynamique » du développement de ces méthodes spécialisées**. En effet, elles sont pour la plupart présentées comme une première version amenée à évoluer en fonction des retours d'expériences. Elles laissent également une place plus ou moins importante à une appréciation « au cas par cas » des services instructeurs ou du pétitionnaire, de façon à pouvoir intégrer des particularités locales ou des contextes particuliers.

Par ailleurs, les différences notées entre les méthodes peuvent sans doute s'expliquer en partie par des particularités liées à leur localisation géographique (contextes géologique, climatique, hydrographique, etc.) ou aux enjeux locaux en présence et aux pressions subies par le territoire.

L'examen des méthodes doit aussi se faire au regard de leur date de parution et surtout, en fonction de leur antériorité ou non à la parution de la loi sur la compensation de 2008, ce qui peut expliquer certains choix / positionnements effectués.

Les paragraphes suivants présentent de manière synthétique les différentes méthodes étudiées en s'attachant à identifier les approches développées en termes de seuils de compensation, d'actions écologiques plébiscitées, de sélection du site de compensation et de la justification de sa pérennité, d'obligations de suivis, de standards de performance et de détermination des « débits » et « crédits ».

Seuils de compensation et significativité des impacts négatifs résiduels à compenser

Parmi les 19 méthodes étudiées, seules 6 d'entre elles abordent la question des conditions de mise en œuvre de la compensation et des seuils minimaux qui déclencherait une obligation de compensation (tableau VI).

Parmi ces dernières, certaines proposent des valeurs seuils dont le choix paraît arbitraire. Ainsi :

- la méthode de l'État du Montana considère qu'une compensation est systématiquement requise dès lors que l'impact concerne un linéaire de cours d'eau **supérieur à 90 mètres**. En deçà de ce seuil, la nécessité de mise en œuvre de la compensation s'évalue au cas par cas ;
- le District de Savannah a une approche identique mais fixe le seuil beaucoup plus bas (**30 mètres**). Dans cette méthode, une approche « simplifiée » est proposée pour des impacts qualifiés de faibles (c'est-à-dire compris entre 30 et 90 mètres) : il suffit dans ce cas de multiplier le linéaire de cours d'eau impacté par 6,5 pour obtenir le volume de « débits » ;
- pour le District de Tulsa, une compensation ne serait pas nécessaire dès lors que le projet concerne un simple passage sur le cours d'eau de moins de 45 mètres de large et que la zone concernée par les travaux fait l'objet d'une restauration à l'issue de ces derniers ;
- pour celle de l'État de Pennsylvanie, il s'agit par exemple « *d'impacts cumulés inférieurs à 30 mètres* ».

Deux autres méthodes (District de Norfolk et État de Pennsylvanie) n'affichent pas explicitement de seuils de déclenchement d'une compensation mais intègrent dans le calcul des « débits », un facteur d'impact qui peut être égal à 0. Dans ces deux cas, l'application de la valeur « 0 » induira des débits nuls, ce qui se traduira par l'absence d'un besoin de compenser.

Dans le cas de la méthode du District de Norfolk, les ouvrages ne nécessitant pas de mesures de compensation sont par exemple des « *ponts ou structures associées aux chaussées et sentiers générant des impacts non permanents sur les cours d'eau, y compris l'absence de doublure d'enrochements, de piles de ponts, d'élargissement ou de rétrécissement du lit.* »

Tableau VI : Méthodes affichant des seuils au-delà desquels la compensation devient obligatoire ou en deçà desquels elle n'est pas obligatoire

Méthode	Seuil ne nécessitant pas de compensation	Seuils de compensation systématique
État du Montana		Linéaire impacté > 90 m
District de Savannah		Linéaire impacté > 30 m
District de Tulsa	Franchissement < 45 m + restauration après travaux	
District de Norfolk	Impacts provisoires correspondant à certains ouvrages	
État de Pennsylvanie	Impacts cumulés < 30 m	
État du Tennessee	Buses d'une longueur < 60 m Enrochements sur une longueur < 15 m Endiguement des cours d'eau intermittents sur une longueur < 150 m	

Source : Cerema

Hétérogénéité des actions écologiques préconisées

TYPES D' ACTIONS ÉCOLOGIQUES

Aux États-Unis, la loi sur la compensation de 2008 identifie 4 types d'actions écologiques pouvant constituer une mesure de compensation acceptable (cf. Tableau II).

Cependant, pour les cours d'eau, elle souligne que la création et le rétablissement peuvent être compliqués ou ne pas avoir de sens. C'est pourquoi elle affiche dans ce cas précis une **préférence pour les actions de réhabilitation et d'amélioration** (actions incluant la restauration hydromorphologique) et précise des critères d'éligibilité pour les actions de préservation (cf. Encadré 3).

Bien que les méthodes examinées autorisent généralement les 4 types d'actions écologiques identifiées dans la réglementation fédérale :

- 9 d'entre elles ne déclarent pas de préférence pour une stratégie particulière et font la plupart du temps référence à la loi sur la compensation de 2008 ou au rapport du Conseil national de la recherche des États-Unis de 2001 ;
- quelques-unes affichent une préférence pour les actions de restauration (ex : Districts de New-England, de Tulsa et de Savannah) ;

Partie 1 - Les enseignements des méthodes développées aux États-Unis

- plus de la moitié (10/19) émet des réserves sur la préservation, ne l'autorisant seulement que dans certaines circonstances (généralement celles listées dans la loi sur la compensation) et/ou en lien avec de la restauration ou de l'amélioration. Par exemple, la méthode du District de Little Rock n'autorise la préservation que sous les conditions figurant dans les règles fédérales. Le District de Wilmington exige que soit justifiée l'utilisation de la préservation dans le plan de compensation tout en précisant qu'une telle proposition fera l'objet d'une évaluation au cas par cas. Le document du District de Tulsa suggère que la préservation ne représente pas plus de 50 % des actions de compensation.

Encadré 3 : Critères d'éligibilité des actions de préservation en tant que « mesure compensatoire »

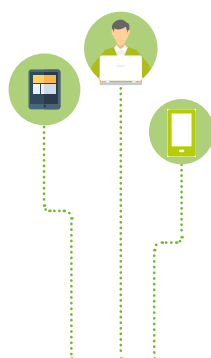
(Source : Loi sur la compensation de 2008)

La préservation d'un cours d'eau est une mesure autorisée au titre de la compensation lorsque les 5 conditions suivantes sont satisfaites :

- les ressources à préserver fournissent d'importantes fonctions physiques, chimiques ou biologiques au bassin versant ;
- les ressources à préserver contribuent significativement à la viabilité écologique du bassin versant. Pour déterminer cette contribution, l'ingénieur du District doit utiliser, le cas échéant, des outils adaptés d'évaluation quantitative ;
- la préservation est déterminée par l'ingénieur du District ;
- les ressources font l'objet de menaces de destruction ou de modifications négatives ;
- le site préservé sera protégé en permanence à travers un titre foncier ou un acte juridique.

EXEMPLES D'ACTIONS ÉCOLOGIQUES

La plupart des méthodes donnent des exemples d'actions écologiques pouvant constituer des mesures compensatoires. Ces dernières sont en général regroupées en fonction du niveau de plus-value attendu afin d'être intégrées dans le calcul des « crédits » de compensation (cf. Critères de détermination des « crédits »).



Exemples de fiches à consulter sur ce sujet (partie 2)

- Fiche de la méthode de l'État du Missouri (n° 16) qui détaille les actions présentées en fonction du résultat attendu : excellente restauration du cours d'eau ou amélioration correcte ou amélioration moyenne.
- Fiche de la méthode du District de Savannah (n° 15) qui détaille des exemples d'actions pouvant être rattachées à la restauration / dérivation du cours d'eau ou spécifiques aux écosystèmes rivulaires.
- Fiche de la méthode du District de Tulsa (n° 5) qui donne des exemples d'actions susceptibles de fournir des « crédits » de compensation.

DES ACTIONS CIBLANT LE LIT MINEUR ET LES ÉCOSYSTÈMES RIVULAIRES

Une caractéristique majeure des méthodes examinées est qu'elles ne se limitent que très rarement à des actions portant uniquement sur le lit mineur du cours d'eau. Elles intègrent, parfois de façon obligatoire, sur une largeur minimale de part et d'autre de ce dernier des actions sur les corridors adjacents / zones « tampons » / zones ripariennes (cf. Encadré 4). Dans le présent document, ces secteurs sont appelés « écosystèmes rivulaires ».

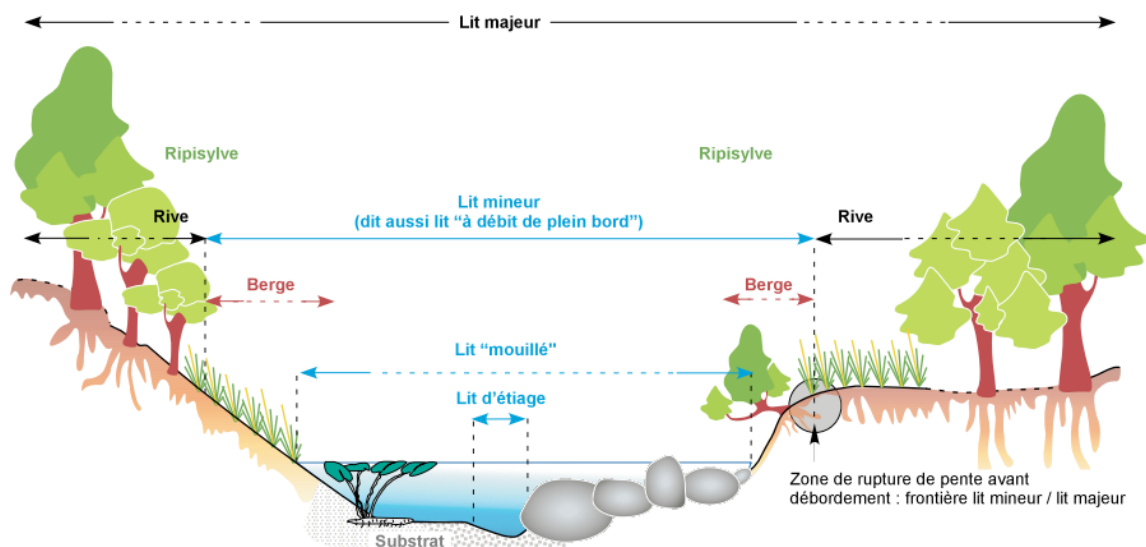
Encadré 4 : Obligations relatives aux zones « tampons » / écosystèmes rivulaires (Source : Loi sur la compensation de 2008)

Une zone « tampon » est une zone riveraine qui protège ou améliore les fonctions des ressources aquatiques associées aux rivières / ruisseaux [...] des perturbations associées aux utilisations des terres adjacentes.

« Les ingénieurs des Districts peuvent obliger la restauration, la création, l'amélioration et la préservation, ainsi que l'entretien, des zones riveraines et / ou tampons autour des ressources aquatiques pour s'assurer de la viabilité à long terme de ces ressources. Les zones tampons peuvent aussi fournir des habitats ou des corridors nécessaires au fonctionnement écologique des ressources aquatiques. »

N.B. Les berges sont incluses dans le lit mineur du cours d'eau comme le montre la Fig. 13. Les écosystèmes rivulaires sont à considérer comme démarrant au-delà des berges.

Fig. 13 : Représentation schématique du lit mineur et des écosystèmes rivulaires



Sources : McDONALD D., de BILLY V. & GEORGES N. - 2017¹⁴

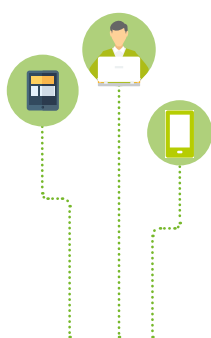
14. Guide des bonnes pratiques environnementales « Protection des milieux aquatiques en phase chantier. Tome 1 : Anticipation des risques ; Gestion des sédiments et autres sources potentielles de pollution chimique des eaux ». Collection « Guides et protocoles ». Guide technique Agence Française pour la Biodiversité « Appui technique à la politique de l'eau ». Sous presse.

Partie 1 - Les enseignements des méthodes développées aux États-Unis

Ainsi, 17 des 19 méthodes étudiées citent clairement des actions portant sur les écosystèmes rivulaires. Les crédits générés par ces derniers peuvent être déterminés à l'aide de tableaux séparés (ce qui concerne 6 méthodes). Dans ce cas, les « crédits » totaux résultent des « crédits » obtenus sur le lit mineur auxquels s'additionnent les « crédits » obtenus sur l'écosystème rivulaire. En général, les actions de compensation sur les écosystèmes rivulaires génèrent des « crédits » dès lors que la largeur traitée est supérieure à 15 mètres. Des largeurs inférieures peuvent être acceptées au cas par cas (au moins au sein de 2 méthodes), en fonction de la pente du terrain.

Une des méthodes accepte toutefois que des « crédits » soient générés dès que la largeur traitée atteint 7,5 mètres (District de Little Rock).

Pour les méthodes distinguant séparément les « crédits » générés par le « lit mineur du cours d'eau » et par les « écosystèmes rivulaires », des précisions supplémentaires sont parfois apportées, quant à la part respective de chacun. Ainsi, la méthode du District du Kansas exige qu'au moins 25 % des « crédits » soient issus d'actions menées dans le cours d'eau et celle du District de Mobile propose que les crédits « écosystèmes rivulaires » ne représentent pas plus de 30 % du total.



Exemples de fiches à consulter sur ce sujet (partie 2)

- Fiche de la méthode de l'État de l'Illinois (n° 11) qui propose un tableau détaillant les « crédits » accordés en fonction de l'action réalisée sur l'écosystème rivulaire.
- Fiche de la méthode du District de Savannah (n° 15) qui propose un autre modèle de tableau détaillant les crédits accordés en fonction de l'action réalisée sur l'écosystème rivulaire.
- Fiche de la méthode de l'État du Montana (n° 17) qui adopte une approche différente en associant les actions de compensation menées à des valeurs afin de déterminer les « crédits ».

Une protection « pérenne » des sites de compensation

La plupart des méthodes aborde la question de la protection des sites qui vise à les protéger de façon pérenne, « à perpétuité » en réitérant les termes de la loi sur la compensation de 2008.

La loi sur la compensation de 2008 reconnaît 3 formes de protection de site :

- **le transfert de titre.** Il s'agit du transfert complet de propriété à une ONG qualifiée et expérimentée (à but non lucratif) ou à une agence gouvernementale qui protégera et gèrera le site comme prévu;
- **la servitude de conservation.** Il s'agit d'un outil juridiquement contraignant, approuvé par le District de l'USACE qui vise à protéger les sites de compensation en accordant des droits à une tierce personne. La servitude est imposée par son titulaire. C'est le moyen considéré comme étant le plus fiable pour assurer la protection perpétuelle du site. Certaines méthodes indiquent que les servitudes doivent décrire des utilisations illégales, telles que la destruction, la coupe, la fauche, ou les atteintes sur toute végétation native sur la propriété (cf. Encadré 5);
- **la restriction par acte de vente.** Il s'agit d'une disposition dans un acte notarié qui permet à un propriétaire de bien immobilier d'imposer continuellement des limites sur l'utilisation du foncier et qui interdit certains usages.

L'utilisation de restrictions par acte de vente est autorisée mais parfois explicitement déconseillée par les différentes méthodes parce qu'elles peuvent être difficiles à faire appliquer s'il n'y a pas de tiers qui accepte une responsabilité juridique et/ou une surveillance du site. De plus, elles peuvent être facilement modifiées et, dans certains cas, des lois peuvent limiter le nombre d'années pendant lesquelles une restriction par acte de vente restera en vigueur ou venir les contourner.

Encadré 5 : Exemples d'activités généralement interdites dans des servitudes de conservation

(source : Méthode du District de Wilmington)

- Tout(e) changement, perturbation, modification ou affaiblissement des caractéristiques restaurées et naturelles du domaine, ou toute introduction de plantes non-natives ou d'animaux ;
- construction de tout bâtiment, mobile-home, route, sentier, chemin, chaussée (asphalte, béton), antenne, poteau électrique, ou toute autre structure temporaire ou permanente sur le domaine, sauf si explicitement autorisée ;
- agriculture, pâturage, ou horticulture sur le domaine ;
- structures d'irrigation, barrages, prises d'eau et exutoires ;
- destruction, coupe, fauche, ou préjudices sur de la végétation native située sur le foncier soumis à la servitude ;
- affichage de panneaux publicitaires, sauf affichage de panneaux signalant le site comme une zone de conservation/compensation ;
- déversement ou stockage de terres, de déchets, de cendres, d'ordures, de véhicules abandonnés, d'appareils ménagers, de machines, de substances dangereuses, de déchets toxiques, ou tout dépôt de cuves de stockage enterrées ou à la surface sur le domaine ;
- remblayage, excavation, curage, extraction ou forage, endiguement, enlèvement de terre superficielle, du sable, des graviers, de roches, de tourbe, de minerais ou d'autres matériaux, et tout changement dans la topographie du terrain ;
- pollution, modification, épuisement ou extraction de cours d'eau naturels, ou d'eau souterraine. Toute activité nuisible à la pureté de l'eau, qui modifierait les écoulements naturels ou les niveaux d'eau (drainage) qui augmenterait la sédimentation dans le cours d'eau ou qui causerait la dégradation ou l'érosion des sols ;
- circulation de motos, de véhicules tout terrain et de tout autre type de véhicules motorisés.

Les plans de compensation des banques et rémunérations de remplacement élaborés pour chaque projet de compensation doivent en outre décrire l'accord-cadre foncier juridiquement contraignant qui permettra de s'assurer de la protection du site à long terme (en écartant explicitement certaines activités qui menaceraient les fonctions du cours d'eau).

Quid de la gestion conservatoire à long terme ?

Environ la moitié des méthodes ont des dispositions relatives à la gestion à long terme, dont la plupart réitèrent les termes de la loi sur la compensation de 2008. Les plans de gestion doivent identifier clairement le responsable de sa mise en œuvre, lister les besoins de gestion à long terme, donner des estimations du coût annuel nécessaire pour les assurer, et développer un mécanisme de financement pour satisfaire ces besoins à perpétuité. Les plans de gestion à long terme sont décrits dans le plan définitif de compensation. Ils sont faits pour s'assurer de l'implantation permanente des fonctions des ressources aquatiques sur les sites de compensation après que les actions de compensation ont été effectuées.

Les méthodes exigent généralement l'identification du responsable de la mise en œuvre de la gestion à long terme du site de compensation. Quelques-unes d'entre elles énumèrent les compétences nécessaires du responsable, telles que, les ressources humaines, le savoir-faire de la gestion à long terme et les compétences relatives à l'intendance des propriétés foncières.

Bien que les méthodes insistent sur la nécessité de disposer de plans de gestion à long terme pour décrire les besoins, ils ne font que rarement l'objet de précisions. Seule la méthode de l'État de l'Ohio donne des exemples de besoins de gestion et énumère des besoins potentiels comme le contrôle des plantes invasives, l'entretien des structures de contrôle de la qualité de l'eau, des restrictions d'accès aux sites, la surveillance et les coûts administratifs associés.

Le mécanisme de financement pour cette gestion est généralement une dotation, mais la loi autorise explicitement d'autres formes de financement, comme les fiducies. Des méthodes peuvent également préciser que le financement complet doit être assuré avant la libération finale de crédits. Dans plusieurs cas, la faisabilité de la gestion à long terme sur un site de compensation est listée comme un des critères de sélection du site.

Il est également noté que plusieurs méthodes préconisent des actions de compensation pour lesquelles toute gestion ultérieure serait inutile. Par exemple, la méthode de l'État du Montana énonce que l'objectif des sites de compensation est d'atteindre un état durable, naturel qui ne dépend pas de l'entretien ou d'interventions humaines : « *les plans de compensation qui réclament un entretien régulier ou des contributions humaines continues seront généralement déconseillés* ».

Exemple de fiche à consulter sur ce sujet (partie 2)



- Fiche de la méthode de l'État de l'Ohio (n° 8) qui demande en plus la réalisation d'un plan de gestion « de secours » (gestion qui serait mise en œuvre afin de réagir aux changements imprévus de l'état du site).

Sélection du site de compensation

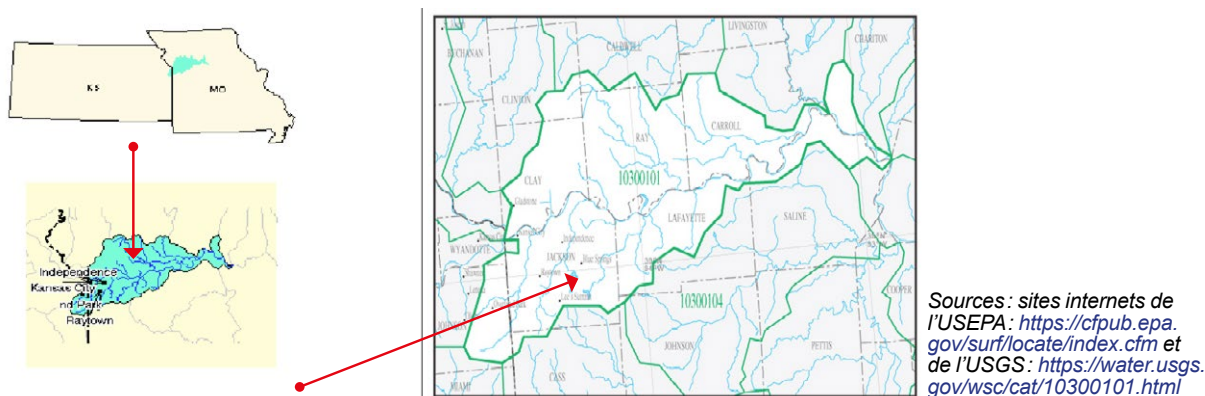
Les méthodes examinées contiennent quelques obligations liées à la sélection des sites, la validation finale de ces derniers ayant lieu la plupart du temps au cas par cas. Ces obligations s'apparentent aux principes de proximité spatiale et/ou d'équivalence qualitative qui s'imposent aux pétitionnaires français dans le choix des sites de compensation.

Au regard des méthodes examinées, la compensation hors site impacté est autorisée sous réserve de l'application de régulateurs. Ainsi, plus de la moitié des méthodes analysées préconisent que la compensation ait lieu dans la **même unité hydrologique** (code hydrologique « *hydrologic unit code - HUC* »¹⁵) que les impacts du projet. Mais le niveau de précision de ces HUC varie entre méthodes. Ainsi :

- neuf d'entre elles préconisent d'utiliser l'unité hydrologique à 8 chiffres (HUC-8) : Districts du Kansas, de Little Rock, Mobile, de New England, de Savannah, de Tulsa et de Wilmington, États du Missouri, du Montana et du Wyoming ;
- une méthode exige que la compensation ait lieu dans la même HUC-6 ;
- deux méthodes (Illinois et Tennessee) exigent des HUC-12, qui correspondent à des sous-bassins versants.

Trois méthodes (Districts de Detroit, Norfolk et Philadelphie) demandent simplement que les maîtres d'ouvrage donnent le code HUC dans leurs plans de compensation sans exigences particulières.

Fig. 13 bis : Exemple de délimitation d'une unité hydrologique à 8 chiffres située dans l'État du Missouri. Il y a 67 unités hydrologiques à 8 chiffres au sein de cet État



15. L'Institut d'études géologiques des États-Unis (USGS) utilise un système hiérarchique pour catégoriser les caractéristiques hydrologiques, ou unités, à travers le pays. Chaque unité reçoit un code hydrologique HUC unique. Il existe 6 niveaux d'unités différents, classés par taille. Plus un code contient de chiffres, plus la zone géographique correspondante est petite. Ainsi, les codes avec le moins de chiffres sont utilisés pour les régions et les sous-régions ; ceux avec le plus de chiffres sont utilisés pour les bassins versants et les sous-bassins versants, l'unité la plus petite. HUC-2 : 1^{er} niveau (région) ; HUC-4 : 2^e niveau (sous-région) ; HUC-6 : 3^e niveau (bassin) ; HUC-8 : 4^e niveau (sous-bassin) ; HUC-10 : 5^e niveau (bassin versant) ; HUC-12 : 6^e niveau (sous-bassin versant).

Enfin, la méthode du District de New England fait référence aux « éco-régions » (fondées sur des facteurs écologiques et biotiques) en tant que critère de sélection du site. Ces dernières peuvent permettre de prendre en compte certaines fonctions écologiques de manière plus globale, là où les HUC tiennent compte en premier lieu des composantes abiotiques des cours d'eau (et plus particulièrement de leur régime hydrologique).

Cas particulier d'une mise en œuvre par le biais d'une banque ou d'une rémunération de remplacement

La loi sur la compensation de 2008 définit les périmètres de protection comme étant « *le secteur géographique au sein duquel les impacts peuvent être compensés par une banque de compensation ou une rémunération de remplacement* ». Elle précise que ces derniers « *doivent être convenablement dimensionnés pour s'assurer que les ressources aquatiques prévues compenseront effectivement les impacts environnementaux négatifs au sein du périmètre de protection complet* ». Les périmètres de protection délimités utilisent aussi couramment ce découpage en unités hydrologiques. Des exemples sont présentés : une zone avec un code hydrologique à 8 chiffres dans les milieux urbains et à 6 chiffres en secteur rural.

Obligations de suivis

La loi sur la compensation de 2008 oblige les plans de compensation à intégrer une période de suivi (programme spécifique de collecte de données qui documente les caractéristiques physiques, chimiques et biologiques du site de compensation) « *suffisante pour montrer que le projet de compensation a atteint les standards de performance, mais pas moins de 5 ans* ». De plus, « *une période de suivi plus longue doit être obligatoire pour les milieux aquatiques avec de faibles rythmes de développement* ». En complément, l'ingénieur du District (autorité administrative) a toute latitude pour réduire ou lever la période de suivi après la mise en œuvre d'un projet de compensation s'il estime que les critères d'efficacité de la mesure (« *standards de performance* ») sont remplis, ce qui signifie que les objectifs ont déjà été atteints. La période de suivi peut aussi être prolongée de la même manière si ces « *standards* » ne sont pas atteints ou ne sont pas en voie de l'être.

Les méthodes examinées obligent de suivre le site durant plusieurs années (entre 3 et 10 ans suivant la méthode, 5 ans étant la durée la plus fréquemment recommandée) après réalisation de la mesure de compensation.

Exemples de fiches à consulter sur ce sujet (partie 2)



- Fiche de la méthode de l'État de l'Ohio (n° 8) qui propose une trame de rapport de suivi d'une action de compensation.
- Fiches de la méthode du District de Little Rock (n° 12) et de l'État du Tennessee (n° 9) qui détaillent les trois niveaux de suivis qui peuvent être exigés.
- Fiche de la méthode du District de Wilmington (n° 6) qui propose un tableau listant les suivis à mettre en œuvre.

Standards de performance (critères d'efficacité de la mesure) et calendrier de libération des crédits

STANDARDS DE PERFORMANCE (CRITÈRES D'EFFICACITÉ DE LA MESURE)

Encadré 6 : Règles concernant les standards de performance

(Source : Loi sur la compensation de 2008)

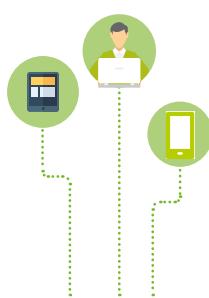
- Définition: « *caractéristiques observables ou quantifiables physiques (y compris hydrologiques), chimiques et/ou biologiques qui sont utilisées pour déterminer si un projet de compensation remplit ses objectifs* ».
- Ils doivent être inclus dans les plans de compensation.
- Ils doivent concerner les objectifs du projet de compensation et « *doivent être basés sur les meilleures données scientifiques qui peuvent être mesurées ou évaluées d'une façon pratique* ».
- Ils « *peuvent être fondés sur des variables ou des mesures de capacité fonctionnelle décrites dans les méthodologies d'évaluation fonctionnelle, les mesures d'hydrologie ou d'autres caractéristiques des ressources aquatiques, et/ou des comparaisons avec des ressources aquatiques de référence avec un contexte paysager similaire* ».

La plupart des méthodes examinées ne mentionne pas les critères utilisés pour suivre ou contrôler l'efficacité des mesures de compensation réalisées, ou emploie des termes généraux (en reprenant ce qui est inscrit dans la loi sur la compensation de 2008) sans donner d'exemples précis. À noter que certains standards de performance pour les cours d'eau (cf. Encadré 6) et les zones humides peuvent aussi être décrits dans les accords cadre des banques de compensation et n'apparaissent donc pas dans les méthodes examinées.

Seules trois des méthodes examinées contiennent des informations détaillées et des exemples précis de ces « standards de performance » pour les cours d'eau.

C'est le cas des méthodes :

- de l'État de l'Ohio qui donne des exemples pour la forme / la stabilité du cours d'eau (ex: « *le canal du cours d'eau est stable verticalement et est connecté à ses plaines inondables* »), pour l'habitat, la fonction biologique du cours d'eau, la chimie de l'eau et pour les écosystèmes rivulaires (ex: « *un minimum de 400 individus ligneux vivants et en bonne santé par acre (0,4 ha) sont présents à la fin de la période de suivi* »);
- du District de Mobile (cf. Infra) et;
- du District de Wilmington qui apporte des précisions pour les plantations des écosystèmes rivulaires (ex: « *la survie des espèces ligneuses plantées sur les sites de compensation devrait être d'au moins 790 pieds par ha au bout de 3 ans. Un taux de mortalité de 10 % sera accepté pour l'année 4...* »).



Exemples de fiches à consulter sur ce sujet (partie 2)

- Fiche de la méthode du District de Mobile (n° 13) qui propose des exemples de standards de performance (points évaluables et conditions de succès ou d'échec associées).
- Fiche de la méthode du District de New England (n° 4) qui, sans faire explicitement référence aux standards de performance liste des exemples d'actions de compensation et de leurs effets attendus sur les fonctions.

LIBÉRATION DES « CRÉDITS »

Lorsque la compensation est mise en œuvre par le biais d'une banque, il existe des dispositions encadrant la libération des « crédits » (cf. Encadré 7).

Cette libération est toujours progressive et conditionnée à certains facteurs et en particulier à l'atteinte des standards de performance. Ce système permet de s'assurer de l'efficacité de la mesure déployée.

Encadré 7 : Règles concernant la libération des crédits (source: Loi sur la compensation de 2008) et conditionnant la vente de ces derniers

- Les crédits des banques de compensation ne peuvent pas être « libérés pour le prélèvement tant que les étapes importantes associées à la protection et au développement du site de la banque de compensation ne sont pas atteintes ».
- L'utilisation d'un calendrier de libération des crédits progressif peut « aider à diminuer les risques que la compensation ne soit pas complètement efficace ».
- Les accords-cadres des banques de compensation et les plans des projets des rémunérations de remplacement doivent comprendre un calendrier /échancier de libération des crédits, soumis à la validation de l'ingénieur du District.
- Les calendriers / échanciers de libération des crédits doivent être attachés aux étapes importantes basées sur l'efficacité, et une part importante des crédits doit être retenue jusqu'à ce que les standards de performance écologique aient été satisfaits.



Exemples de fiches à consulter sur ce sujet (partie 2)

- Fiche des méthodes de l'État de l'Ohio (n° 8) et du District de Fort Worth (n° 1) qui proposent un échancier de libération des crédits au regard des résultats obtenus.

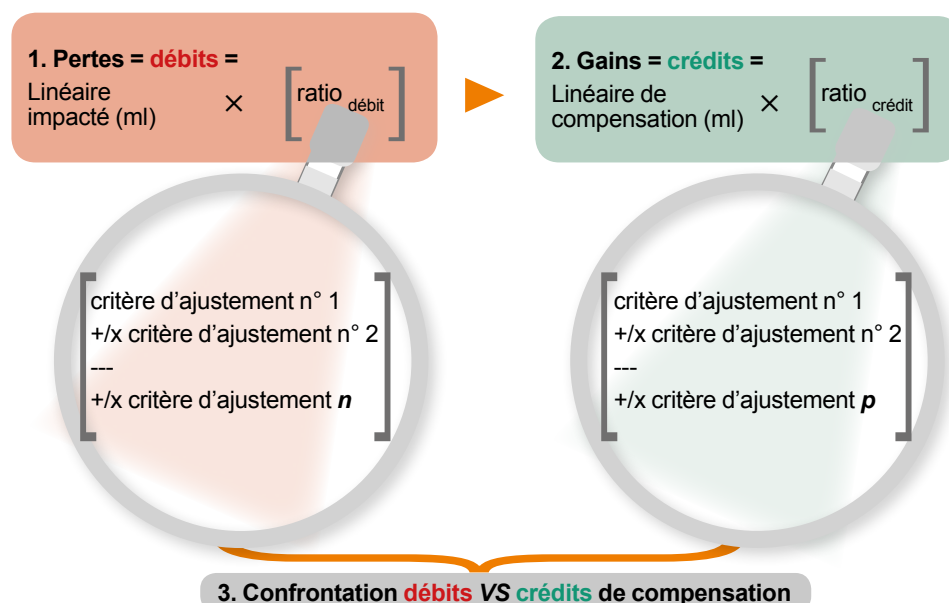
Critères de détermination des « débits » (pertes de biodiversité)

La loi sur la compensation de 2008 définit le « débit » comme « une unité de mesure (par exemple, une mesure fonctionnelle ou surfacique ou une autre métrique) représentant la perte des fonctions aquatiques sur un site impacté. La mesure des fonctions aquatiques est fondée sur les ressources impactées par l'activité autorisée ».

Dans les méthodes quantitatives ou semi-quantitatives, un certain nombre de critères d'ajustement du linéaire impacté sert à évaluer les débits (aucun critère permettant d'évaluer les « débits » n'apparaît au sein des 3 méthodes qualitatives examinées) selon une combinaison, un agencement propre à chaque méthode ou à chaque groupe de méthodes (par addition, par multiplication ou par combinaison d'addition et de multiplication).

La fig. 12 qui donne une représentation schématique de la philosophie des méthodes peut donc être affinée selon la fig. 14 ci-dessous.

Fig. 14 : Représentation schématique de la philosophie des méthodes quantitatives et semi-quantitatives



Sources : AFB et Cerema - 2017

Partie 1 - Les enseignements des méthodes développées aux États-Unis

Parmi les méthodes semi-quantitatives étudiées (cf. Tableau VII) :

- deux d'entre elles n'utilisent aucun critère pour ajuster le linéaire impacté lors du calcul du débit ;
- une méthode s'appuie sur deux critères d'ajustement (la nature de l'impact et l'état actuel du milieu) ;
- les autres ne retiennent qu'un seul critère.

Parmi les méthodes quantitatives, le nombre de critères utilisés est plus élevé : entre 2 et 9 critères et avec une moyenne de 5,5 critères par méthode (cf. Tableau VII). À noter que la méthode de l'État du Montana mobilise des critères utilisés dans les autres méthodes pour calculer les crédits (comparaison « rang » du cours d'eau impacté et compensé, localisation de la compensation, protection juridique du site de compensation, échéancier de réalisation de la compensation) ; c'est pourquoi elle en mobilise 9.

Pour chaque critère, sont ensuite définies différentes catégories (ou classes) auxquelles sont affectés des ratios, des valeurs ou des intervalles de valeurs.

Il n'est pas envisagé au sein de ce paragraphe d'établir une comparaison des différentes méthodes, mais simplement de lister les critères utilisés dans la détermination des débits, afin d'identifier les plus fréquemment mobilisés. Certains d'entre eux ont été regroupés car malgré une dénomination différente, le concept sous-jacent utilisé est équivalent.

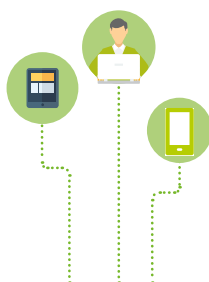
Type de cours d'eau (CE) impacté ou classification locale



Exemples de fiches à consulter sur ce sujet (partie 2)

- Fiche de la méthode de l'État de l'Illinois (n° 11) pour les 3 catégories de cours d'eau souvent distinguées (éphémère, intermittent, permanent).
- Fiche de la méthode de l'État du Wyoming (n° 19) distinguant 8 catégories de cours d'eau.
- Fiche de la méthode de l'État de l'Ohio (n° 8) distinguant 12 catégories de cours d'eau.

Enjeux associés au cours d'eau et ressources spéciales particulières (cette dernière appellation étant mobilisée par deux méthodes qui appréhendent, via ce critère, des services écosystémiques)

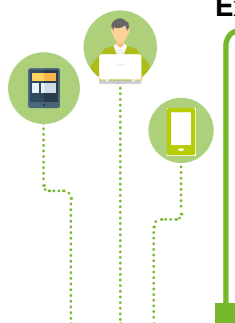


Exemples de fiches à consulter sur ce sujet (partie 2)

- Fiche de la méthode de l'État de l'Illinois (n° 11) pour les 3 catégories de niveau d'enjeux souvent distinguées (prioritaire, secondaire, tertiaire).
- Fiche de la méthode de l'État du Wyoming (n° 19) distinguant 5 catégories de « ressources spéciales ».
- Fiche de la méthode de l'État de Pennsylvanie (n° 18) qui présente l'apport récréatif ou de ressources (pêche, baignade, navigation de loisir, etc.) comme une des 4 fonctions représentatives de toutes les autres.

État initial du cours d'eau (avant impact) / état de conservation: le renseignement de ce critère est plus ou moins précis

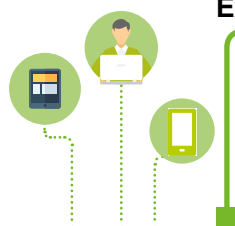
Exemples de fiches à consulter sur ce sujet (partie 2)



- Fiche de la méthode de l'État du Wyoming (n° 19) pour les 3 catégories de niveau d'enjeu souvent distinguées (fonctionnel, déficient, non fonctionnel);
- Fiche de la méthode du District de Norfolk (n° 14) où le critère résulte de quatre états différents (état actuel physique du lit mineur, altérations du lit mineur, occupation du sol des zones rivulaires et état actuel des habitats du cours d'eau);
- Fiche de la méthode de l'État du Tennessee (n° 9) où le critère résulte de l'application d'une grille consolidant les scores obtenus par 10 items.

Durée de l'impact

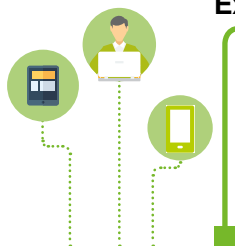
Exemple de fiche à consulter sur ce sujet (partie 2)



- Fiche de la méthode de l'État de l'Illinois (n° 11) pour les 3 catégories de durée souvent distinguées (impact temporaire, de court terme, permanent).

Nature de l'impact / Type d'activité / Type de pertes

Exemples de fiches à consulter sur ce sujet (partie 2)



- Fiche de la méthode de l'État du Missouri (n° 16) qui propose 9 catégories d'activité.
- Fiche de la méthode de l'État du Wyoming (n° 19) qui propose 3 types de pertes (partiellement fonctionnelles, fonctionnelles, physiques).
- Fiche de la méthode de l'État de Pennsylvanie (n° 18) qui propose 4 catégories d'effets (sévère, modéré, limité ou minime).

Cumul de l'impact / Facteur d'échelle

Huit méthodes appliquent un critère de « cumul de l'impact » qui se calcule en multipliant le linéaire impacté par un coefficient: ce dernier peut être fixe (de 0,0002 à 0,005) ou variable en fonction du linéaire impacté. Il permet de prendre en compte le fait que chaque ressource aquatique peut être impactée par plusieurs effets.

Partie 1 - Les enseignements des méthodes développées aux États-Unis

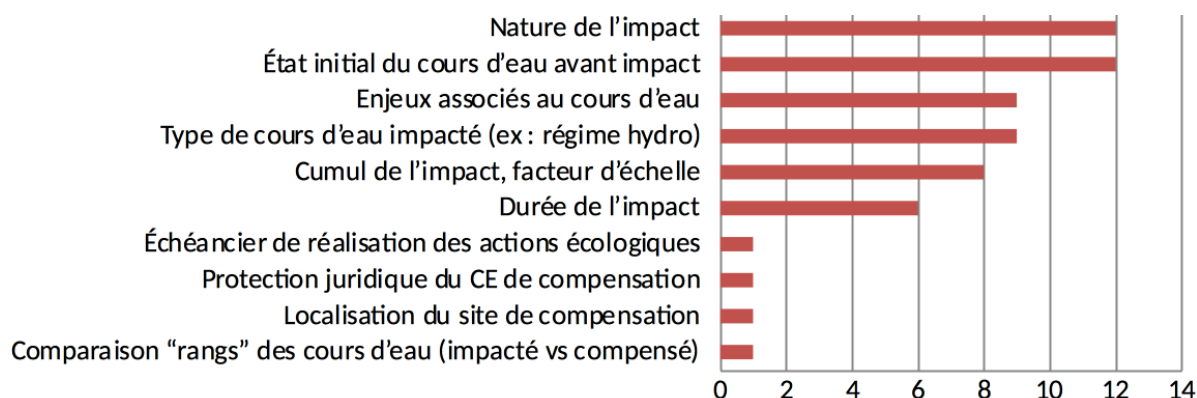
Tableau VII : Critères utilisés pour déterminer les débits au sein de chaque méthode

Critère	Méthodes qualitatives			Méthodes semi-quantitatives						Méthodes quantitatives									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Type de CE impacté / Classification locale				✓						✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Niveau d'enjeu / Ressources spéciales										✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓
État de conservation / État actuel						✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Durée de l'impact										✓	✓		✓	✓		✓	✓		
Type d'activité / d'impact						✓		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Cumul de l'impact / Facteur d'échelle										✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Comparaison « ordre » CE impacté et site de compensation															✓				
Localisation compensation															✓				
Protection juridique site compensation															✓				
Calendrier compensation															✓				
Nombre de critères utilisés	0	0	0	1	0	2	0	1	1	6	6	5	6	6	9	6	6	2	3

Source : Cerema

Ainsi les critères relatifs à l'état initial du cours d'eau impacté et au type d'activité ou à la nature de l'impact sont les plus fréquemment mobilisés (cf. Fig. 15) et sont présents dans 75 % des méthodes quantitatives et semi-quantitatives. Viennent juste derrière les critères relatifs au niveau d'enjeu et au type de cours d'eau impacté (dans 56 % des méthodes quantitatives et semi-quantitatives).

Fig. 15: Fréquence d'utilisation des critères d'ajustement des linéaires de cours d'eau impactés, au sein des méthodes examinées afin d'évaluer les « débits »



Sources: AFB et Cerema - 2017

Différentes modalités de calculs des « débits » existent :



Exemples de fiches à consulter sur calcul des « débits » (partie 2)

- Fiche de la méthode du District du Kansas (n° 10) – méthode d'évaluation des débits par utilisation d'un tableau type à compléter.
- Fiche de la méthode du District de Norfolk (n° 14).
- Fiche de la méthode du District de New England (n° 4) – matrice de calcul d'évaluation des débits.

Préconisations spécifiques relatives au linéaire impacté

Pour chacune des méthodes examinées, le linéaire impacté par le projet est multiplié par le résultat de l'agencement des différents critères d'ajustement utilisés.

Aucune méthode n'affiche de préconisations quant à la manière d'évaluer ce linéaire, alors que dans bien des cas, il peut s'agir d'un exercice difficile.

Critères de détermination des « crédits » des sites de compensation (gains de biodiversité)

La loi sur la compensation de 2008 définit le « crédit » comme « une unité de mesure (par exemple, une mesure fonctionnelle ou surfacique ou une autre métrique convenable) représentant l'accumulation ou l'atteinte de fonctions aquatiques sur un site de compensation. La mesure des fonctions aquatiques est fondée sur les ressources restaurées, créées, améliorées ou préservées ».

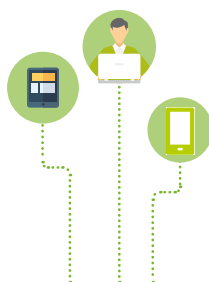
Dans les méthodes quantitatives ou semi-quantitatives, un certain nombre de critères d'ajustement du linéaire de compensation sert à évaluer les « crédits » selon une combinaison, un agencement propre à chaque méthode ou à chaque groupe de méthodes (par addition, par multiplication ou par combinaison d'addition et de multiplication). À noter qu'aucun critère permettant d'évaluer les « crédits » n'apparaît au sein des 3 méthodes qualitatives examinées.

Les méthodes semi-quantitatives de l'échantillon mobilisent, à une exception près 1 ou 2 critères. Les méthodes quantitatives mobilisent davantage de critères (entre 2 et 9) et avec une moyenne de 6,8 critères par méthode. Il n'est ici pas envisagé d'établir une comparaison des différentes méthodes, mais simplement de lister les critères utilisés dans la détermination des crédits, afin d'identifier les plus fréquemment mobilisés (cf. Tableau VIII).

Certains critères ont été regroupés car, malgré une dénomination différente, le concept sous-jacent utilisé est équivalent. De même, et en fonction des méthodes, les critères sont parfois différents selon que l'action concerne le cours d'eau et/ou l'écosystème rivulaire. Ils sont ci-après fusionnés quelle que soit l'entité à laquelle ils s'appliquent, ceux s'appliquant uniquement aux écosystèmes rivulaires apparaissant en bleu dans le tableau VIII et ci-dessous.

Enjeux associés au cours d'eau et ressources spéciales particulières (cette dernière appellation étant mobilisée par deux méthodes qui appréhendent, via ce critère, un certain nombre de services écosystémiques).

Exemples de fiches à consulter sur ce sujet (partie 2)



- Fiche de la méthode de l'État de l'Illinois (n° 11) pour les 3 catégories de niveau d'enjeux souvent distinguées (prioritaire, secondaire, tertiaire).
- Fiche de la méthode de l'État du Wyoming (n° 19) distinguant 5 catégories de « ressources spéciales ».
- Fiche de la méthode de l'État de Pennsylvanie (n° 18) qui présente l'apport récréatif ou de ressources (pêche, baignade, navigation de loisir, etc.) comme une des 4 fonctions représentatives de toutes les autres.

État initial du cours d'eau (avant réalisation des actions écologiques)



Exemples de fiches à consulter sur ce sujet (partie 2)

- Fiche de la méthode du District du Kansas (n° 10).
- Fiche de la méthode du District de Mobile (n° 13).
- Fiche de la méthode du District de New England (n° 4).

Plus-value écologique globale / action réalisée : c'est le critère le plus souvent utilisé pour calculer les crédits (15 méthodes sur 19). Il peut aussi être spécifique aux écosystèmes rivulaires : plus-value écologique (rives).



Exemple de fiche à consulter sur ce sujet (partie 2)

- Fiche de la méthode de l'État du Kentucky (n° 7).

Bonus « 2 rives » (rives) : si l'action réalisée concerne les deux rives, une valeur supplémentaire (constituée en général par la moyenne des valeurs de l'action réalisée sur chacune des deux rives) est alors retenue.

Décalage temporel (rives) : ce critère vise à prendre en compte le délai nécessaire pour qu'une action écologique soit efficace. Il concerne en particulier les actions de plantations mises en œuvre sur les écosystèmes rivulaires en ajustant à la baisse les « crédits » dès lors que le délai d'atteinte de la pleine efficacité de l'action est supérieur à 5 ans.

Type de cours d'eau ou classification locale




Exemples de fiches à consulter sur ce sujet (partie 2)

- Fiche de la méthode de l'État du Wyoming (n° 19) distinguant 8 catégories de cours d'eau.
- Fiche de la méthode du District du Kansas (n° 10).

Modalités de suivi

En général les méthodes proposent plusieurs niveaux de suivi, ces derniers étant à la discrétion du service instructeur. Le niveau retenu et les valeurs associées peuvent être différents selon qu'ils concernent le cours d'eau ou les écosystèmes rivulaires.



Exemple de fiche à consulter sur ce sujet (partie 2)

- Fiche de la méthode du District de Little Rock (n° 12) qui présente trois niveaux de suivi.

Échéancier de réalisation des actions écologiques


Trois temporalités sont en général envisagées selon que les actions sont réalisées et terminées avant impact (toutes ou en majorité), en même temps que l'impact ou après l'impact. Les valeurs associées viennent ajuster les « crédits », soit à la baisse lorsque les actions sont terminées après l'impact (crédit négatif), soit à la hausse lorsque les actions sont terminées avant l'impact.

Modalités de protection du site

Ce critère concerne l'outil foncier qui sera utilisé pour assurer la pérennité de la compensation. Selon les méthodes mobilisant ce critère, entre 2 et 5 mécanismes différents sont proposés.

Facteur d'équivalence / localisation du site / respect de l'approche « bassin versant »

Ce facteur est mobilisé par 5 méthodes afin de « pénaliser » des mesures compensatoires qui ne respecteraient pas des principes jugés prioritaires d'équivalence écologique et/ou de proximité géographique avec le tronçon de cours d'eau impacté. Lorsque les conditions sont respectées, un facteur de 1 s'applique, ce qui demeure sans conséquence sur le résultat. Si elles ne sont pas respectées, un facteur de 0,5 s'applique, ce qui a pour conséquence de diminuer par deux le « volume de crédit » obtenu.



Exemple de fiche à consulter sur ce sujet (partie 2)

- Fiche de la méthode du District de Tulsa (n° 5) qui liste des facteurs agissant à la hausse sur le ratio initial.

Partie 1 - Les enseignements des méthodes développées aux États-Unis

Autre facteur correctif

De manière plus anecdotique, deux méthodes utilisent d'autres facteurs correctifs.



Exemples de fiche à consulter sur ce sujet (partie 2)

- Fiche de la méthode du District de Norfolk (n° 14) qui distingue trois types de facteurs correctifs : « espèces ou communautés rares, menacées et en danger », « mise à l'écart du bétail » et « maîtrise du ruissellement ».
- Fiche de la méthode de l'État de Pennsylvanie (n° 18) qui considère des zones de conservation des cours d'eau (conservation en amont et conservation latérale et le cas particulier d'actions agissant sur la pollution des cours d'eau).

Tableau VIII : Critères utilisés pour la détermination des crédits pour chaque méthode - CE : cours d'eau

Critère	Méthodes qualitatives			Méthodes semi-quantitatives						Méthodes quantitatives									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Enjeux associés au CE / Ressources spéciales										✓	✓	✓	✓		✓	✓		✓	✓
État initial du CE (avant MC)				✓						✓			✓					✓	
Plus-value écologique globale / Action réalisée				✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Plus-value écologique / Action réalisée (rives)							✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓
Bonus « 2 rives » et / ou largeur traitée										✓	✓		✓		✓	✓			✓
Décalage temporel (rives)					✓					✓	✓	✓				✓			
Type de CE / Classification du CE					✓					✓		✓	✓			✓			✓
Modalités de suivis											✓	✓			✓				
Échéancier de réalisation des actions										✓	✓	✓	✓		✓	✓			✓
Modalité de protection du site										✓	✓	✓			✓	✓			
Facteurs d'équivalence (géographique et/ou écologique)					✓						✓	✓				✓			
Localisation du site / Respect de l'approche « bassin versant »					✓								✓						✓
Autre facteur correctif														✓				✓	
Nombre de critères utilisés	0	0	0	2	4	1	2	2	1	9	9	9	8	3	7	9	2	4	8

Source: Cerema

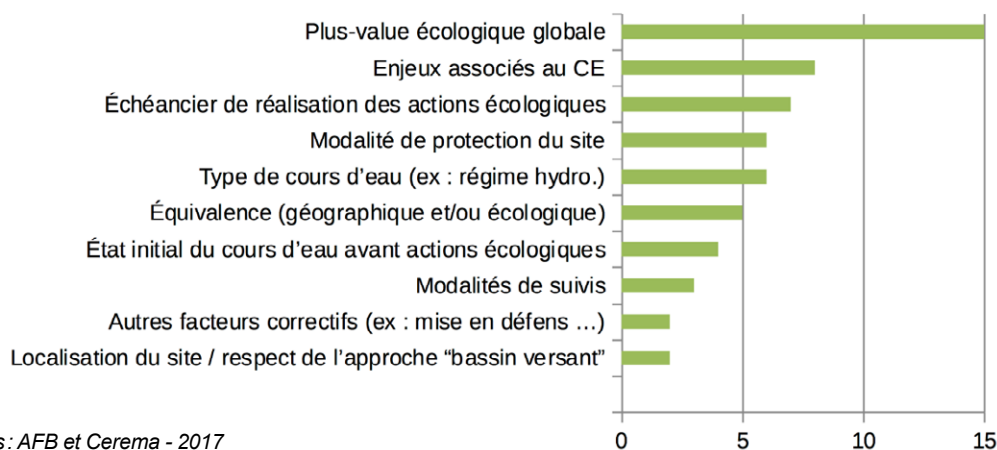
Partie 1 - Les enseignements des méthodes développées aux États-Unis

Le critère relatif à la **plus-value écologique globale** est quasi-systématiquement utilisé, puisqu'il est présent dans toutes les méthodes quantitatives et semi-quantitatives (cf. Fig. 16), à l'exception d'une seule qui ne le cite pas de manière explicite.

Lorsque ce même critère porte spécifiquement sur les écosystèmes rivulaires, il est mobilisé par toutes les méthodes comptabilisant de manière séparée les « crédits écosystèmes rivulaires » en plus des « crédits lit mineur cours d'eau » (cf. Fig. 17).

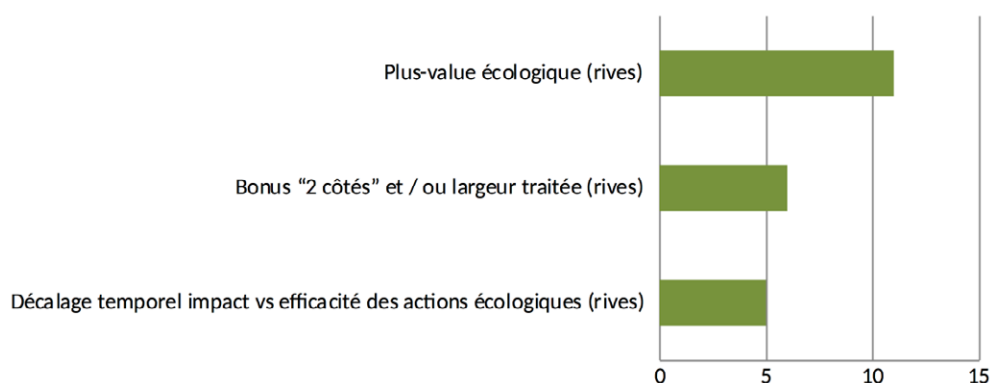
Viennent juste derrière les critères relatifs au niveau d'enjeux associés au cours d'eau (dans 50 % des méthodes quantitatives et semi-quantitatives mais dans 80 % des méthodes quantitatives) et à l'échéancier de réalisation des actions écologiques (dans 44 % des méthodes quantitatives et semi-quantitatives mais dans 70 % des méthodes quantitatives).

Fig. 16 : Fréquence d'utilisation des critères d'ajustement des linéaires de cours d'eau bénéficiant d'une mesure de compensation, au sein des méthodes examinées afin d'évaluer les crédits



Sources : AFB et Cerema - 2017

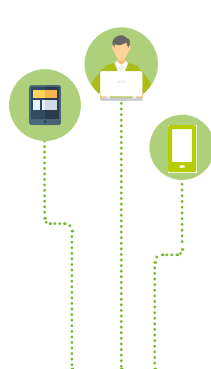
Fig. 17 : Fréquence d'utilisation des critères spécifiques aux écosystèmes rivulaires au sein des méthodes examinées afin d'évaluer les crédits



Sources : AFB et Cerema - 2017

Partie 1 - Les enseignements des méthodes développées aux États-Unis

Différentes modalités de calculs existent pour estimer les « crédits » :



Exemples de fiches à consulter sur ce sujet (partie 2)

- Fiche de la méthode de l'État de l'Illinois (n° 11) – tableau de détermination des « crédits » des écosystèmes rivulaires.
- Fiche de la méthode du District du Kansas (n° 10) – méthode d'évaluation des « crédits » et « crédits supplémentaires » tels que « remplacement de buses ou suppression de barrages ».
- Fiche de la méthode du District de Norfolk (n° 14) – fiche d'évaluation des « crédits ».
- Fiche de la méthode du District de New England (n° 4) – matrice de calcul d'évaluation des « crédits ».

Préconisations spécifiques relatives au linéaire traité

Pour chacune des méthodes examinées, le linéaire de cours d'eau bénéficiant de la mesure de compensation est multiplié par le résultat de l'agencement des différents critères d'ajustement utilisés.

À ce titre (et comme dans le cas de l'évaluation des « débits ») seules quatre méthodes indiquent comment estimer les linéaires de cours d'eau bénéficiant de la mesure de compensation (cf. Tableau IX). Les approches développées sont variables entre méthodes. À titre d'exemple, dans le cas d'une action de stabilisation des berges, trois méthodes différentes sont préconisées.

Tableau IX : Quelques préconisations des méthodes sur le linéaire traité à considérer

Types d'action écologique (sous réserve d'acceptabilité par le service instructeur)	Linéaire à considérer	Méthode source
Actions de restauration de berges	Trois fois la longueur de la taille de la structure	État de l'Illinois
	Longueur de la taille de la structure	État du Missouri
	Longueur totale de berges protégées (et pas seulement la taille de la structure ou du revêtement) Ex. : multitude de seuils dans les courbes ou d'aiguillons d'enrochement	État du Montana
Suppression de structures anthropiques	Longueur totale de cours d'eau directement ou indirectement impactée par la structure anthropique	État de l'Illinois
Suppression, recul ou création d'encoches au sein de digues artificielles	Étendue longitudinale que produira une inondation le long du cours d'eau et sur laquelle le pétitionnaire mettra en œuvre des outils fonciers contraignant	État du Missouri
Augmentation du linéaire d'un cours d'eau (avec respect des conditions morphologiques naturelles)	Longueur totale du nouveau chenal créé	État du Missouri
Remplacement de buses ou suppression de seuils transversaux	Mode de calcul du crédit différent ne faisant pas intervenir le linéaire traité : 5 000* critère « type de cours d'eau »* critère « plus-value »	État du Kansas

Source : Cerema

Comparaison « débits » - « crédits »

Le tableau X compare les différentes méthodes en termes d'ordre de grandeur des « débits » et « crédits » qui seront évalués suite à leur application.

Comme expliqué au niveau des figures 12 et 14, l'évaluation des « débits » résulte en général d'une **multiplication entre le linéaire impacté (LI) et un « Ratio_{débit} » (Rd)**, ce dernier étant issu de la combinaison de différents critères d'ajustement. Pour chaque méthode, les valeurs minimales et maximales du « Ratio_{débit} » apparaissent au sein de la seconde colonne du tableau X. La troisième colonne indique la manière de calculer les « débits » : **Rd × LI la plupart du temps** (mais quelques cas particuliers existent).

De façon similaire, les « crédits » résultent en général d'une **multiplication entre le linéaire traité (LT) et un « Ratio_{crédit} » (Rc)**, ce dernier étant issu de la combinaison des différents critères d'ajustement évoqués au paragraphe précédent. Pour chaque méthode, les valeurs minimales et maximales du « Ratio_{crédit} » apparaissent au sein de la quatrième colonne du tableau X. La cinquième colonne indique la manière de calculer les « crédits » : **Rc × LT la plupart du temps** mais quelques cas particuliers existent, avec l'intégration d'un « facteur de compensation » (cf. Facteur d'équivalence / localisation du site / respect de l'approche « bassin versant »).

Tableau X : Modalités de calcul des débits et crédits au sein de chaque méthode

Méthode	Évaluation des « débits cours d'eau »		Évaluation des « crédits cours d'eau »		Évaluation des « crédits écosystèmes rivulaires »	
	« Ratio _{débit} » Rd (« cumul » jamais compris)	Calcul des débits LI : linéaire impacté	« Ratio _{crédit} » Rc	Calcul des crédits LT : linéaire traité	« Ratio _{crédit} » Rc (« bonus 2 rives » jamais compris)	Calcul des crédits
Méthodes qualitatives						
Fort Worth (1)	Non évalué	Non évalué	Non évalué	Non évalué	Non traité par ces méthodes	
Detroit (2)	Non évalué	Non évalué	> 1	Rc × LT		
Philadelphie (3)	De 1 à ?	Rd × LI	De 1 à ?	Rc × LT		
Méthodes semi-quantitatives						
New England (4)	De 0,01 à 4	Rd × LI (× 0,25 si impacts temporaires)	De 0,01 à 1	Rc × LT	Non traité par ces méthodes	
Tulsa (5)	De 1 à ??	Rd × LI	De 1 à ??	Rc × LT		
Wilmington (6)	De 1 à 3	Rd × LI	De 1 à 5	Rc × LT		
Kentucky (7)	1	Rd × LI	De 0,1 à 1	Rc × LT		
Ohio (8)	De 1 à 3	Rd × LI	De 1 à 16	Rc × LT		
Tennessee (9)	De 0,5 à 1	Rd × LI	De 1 à 60	Rc × LT		

... / ...

Partie 1 - Les enseignements des méthodes développées aux États-Unis

Tableau X : Modalités de calcul des débits et crédits au sein de chaque méthode (suite)

Méthode	Évaluation des « débits cours d'eau »		Évaluation des « crédits cours d'eau »		Évaluation des « crédits écosystèmes rivulaires »	
	« Ratio débit » Rd (« cumul » jamais compris)	Calcul des débits LI : linéaire impacté	« Ratio crédit » Rc	Calcul des crédits LT : linéaire traité	« Ratio crédit » Rc (« bonus 2 rives » jamais compris)	Calcul des crédits
Méthodes quantitatives						
Kansas City (10)	De 0,64 à 8,4	Rd × LI	De 1,4 à 6	Rc × LT × Facteur de compensation (1 ou 0,5)	De 0 à 1,71	Rc × LT × Facteur de compensation (1 ou 0,5)
Illinois (11)	De 0,5 à 5,6	Rd × LI	De 1,2 à 5,10	Rc × LT × Facteur de compensation (1 ou 0,5)	De 0 à 3,35	Rc × LT × Facteur de compensation (1 ou 0,5)
Little Rock (12)	De 0,4 à 6	Rd × LI	De 0,35 à 6,6	Rc × LT × Facteur de compensation (1 ou 0,5)	De 0 à 3	Rc × LT × Facteur de compensation (1 ou 0,5)
Mobile (13)	De 0,3 à 5,2	Rd × LI × « type de CE impacté »	De 1,4 à 6,2	Rc × LT × Type de CE × Facteur de compensation (1 ou 0,5)	De 1,05 à 3,25	Rc × LT × Type de CE × Facteur de compensation (1 ou 0,5)
Norfolk (14)	De 0,6 à 1,8	Rd × LI × « facteur d'impact »	De 0,29 à 0,33	Rc × LT (+ facteurs correctifs)	De 0,07 à 0,4	Rc × LT (+ facteurs correctifs)
Savannah (15)	De 0,95 à 6,5	Rd × LI	De 1,15 à 11	Rc × LT	De 0,2 à 3,75	Rc × LT
Missouri (16)	De 0,6 à 6	Rd × LI	De 0,8 à 5	Rc × LT × Facteur de compensation (1 ou 0,5)	De 0,08 à 2,25	Rc × LT × Facteur de compensation (1 ou 0,5)
Montana (17)	De 0,9 à 5,9	Rd × LI × « calendrier compensation »	Non évalué	Crédit × LT	Non évalué	Crédit × LT
Pennsylvanie (18)	De 0 à 9	Rd × LI	De 1 à 9	Rc × LT × écart des conditions d'état	Non considéré individuelle- ment	Non considérés individuelle- ment
Wyoming (19)	De 2,2 à 12	Rd × LI	De 0,2 à 19,9	Rc × LT	Non considéré individuelle- ment	Non considérés individuelle- ment

Source : Cerema

Il a déjà été évoqué que selon les méthodes quantitatives, les « crédits totaux » pouvaient résulter le cas échéant de l'addition de « crédits cours d'eau » et de « crédits écosystèmes rivulaires ». Ce n'est jamais le cas dans les méthodes qualitatives ou semi-quantitatives. Les deux dernières colonnes du tableau portent sur l'évaluation de ces « crédits » spécifiques, le cas échéant.

Parmi ces méthodes, nous distinguons un premier groupe de 6 méthodes assez similaires (État de l'Illinois, État du Missouri, District du Kansas, District de Little Rock, District de Savannah et District de Mobile), pour lesquelles les critères d'ajustement mobilisés pour estimer les débits sont au nombre de

Partie 1 - Les enseignements des méthodes développées aux États-Unis

5 ou 6 tandis que ceux pour estimer les crédits sont au nombre de 8 ou 9. En général, les valeurs associées à chaque critère s'additionnent, puis sont multipliées par la longueur totale du tronçon de cours d'eau impacté ou traité par la compensation. Parmi ces 6 méthodes, deux présentent une particularité lors du calcul des débits :

- la méthode du District de Savannah qui ne mobilise pas de facteur de compensation ;
- la méthode du District de Mobile qui utilise le critère « type de cours d'eau » comme un facteur multiplicateur (alors qu'il s'agit d'un critère additionné avec les autres dans les autres méthodes).

Deux autres méthodes constituent un groupe différent dans la mesure où la logique consistant à additionner les valeurs de certains critères d'ajustement pour évaluer des « débits » ou des « crédits » présente une particularité. Il s'agit de :

- la méthode de l'État du Wyoming, qui ne considère pas séparément le lit mineur des écosystèmes rivulaires ;
- la méthode de l'État du Montana, qui utilise tous les critères pour évaluer les « débits » et ne garder en « crédit » que le critère de plus-value (soit uniquement le gain dans ce cas précis). Dans cette dernière, l'échéancier de réalisation des actions écologiques est considéré comme un facteur multiplicateur ce qui lui donne un poids plus important que s'il était « sommé » avec les autres.

Enfin, un troisième groupe est constitué de deux méthodes (District de Norfolk et État de Pennsylvanie) qui multiplient entre eux les critères mobilisés (sans les additionner) pour évaluer les « débits » et les « crédits ». Dans ces deux cas, les critères sont moins nombreux mais peuvent englober différents paramètres (ex : indice de condition de la méthode de Norfolk).

Il n'a pas été possible de trouver des données sur les méthodes qui seraient les plus couramment utilisées (lié au nombre de demandes de permis déposées sur le territoire couvert par la méthode) ni d'établir une quelconque corrélation entre la nature de la méthode (quantitative, semi-quantitative) et sa date d'élaboration.

EXEMPLE DE CALCUL UTILISANT LA MÉTHODE QUANTITATIVE N° 10 DU DISTRICT DU KANSAS (Cf. Partie 2)

Calcul des « débits »

Soit un impact consistant à une dérivation définitive de 100 ml de cours d'eau permanent, dont l'enjeu local est considéré comme « secondaire » et l'état actuel comme « moyennement fonctionnel ».

L'application du tableau des critères d'évaluation des « débits » (hors impact cumulé) détaillé au sein de la fiche n° 10 permet de calculer un « Ratio_{débit} » (Rd résultant de la somme des valeurs retenues pour chaque critère) de 4,64 (0,8 pour le type de cours d'eau + 0,4 pour le niveau d'enjeux + 0,64 pour l'état actuel + 0,3 pour la durée de l'impact + 2,5 pour l'activité à l'origine de l'impact). Les différents critères, cas proposés et valeurs associées sont détaillés dans la fiche présentée en partie 2.

Les « débits » calculés sont donc de $Rd \times LI$ (linéaire impacté), soit, dans le cas présent de $4,64 \times 100 = 464$ (rappel : les « débits » et les « crédits » calculés n'ont pas d'unité).

Calcul des « crédits »

En compensation, le maître d'ouvrage envisage une action écologique sur un cours d'eau en respectant les conditions d'équivalences géographique et écologique. Il envisage une action sur 80 ml de cours d'eau complétée par une autre action de restauration sur l'une des deux berges du même cours d'eau. Il va devoir calculer dans un premier temps les « crédits cours d'eau » de son action puis les « crédits écosystèmes rivulaires » afin de les comparer aux « débits ».

- **Calcul des « crédits cours d'eau »**

L'application du tableau des critères d'évaluation des « crédits cours d'eau » détaillé au sein de la fiche n° 10 permet de calculer un « Ratio_{crédit} » (R_c résultant de la somme des valeurs retenues pour chaque critère) de 3,2 (0,4 pour le type de cours d'eau + 0,2 pour le niveau d'enjeux + 0,4 pour l'état actuel + 2 pour la plus-value écologique + 0,1 pour la sécurisation foncière du site + 0,1 pour le calendrier de mise en œuvre de l'action envisagé). Les différents critères, cas proposés et valeurs associées sont détaillés dans la fiche présentée en partie 2.

Les « crédits cours d'eau » calculés sont donc de $R_c \times LT$ (linéaire traité), soit, dans le cas présent de $3,2 \times 80 = 256$.

- **Calcul des « crédits écosystèmes rivulaires »**

L'application du tableau des critères d'évaluation des « crédits écosystèmes rivulaires » détaillé au sein de la fiche n° 10 permet de calculer un « Ratio_{crédit} » (R_c résultant de la somme des valeurs retenues pour chaque critère) de 3 (0,4 pour le type cours d'eau + 0,2 pour le niveau d'enjeux + 0,4 pour l'état actuel + 2 pour la plus-value écologique (création et restauration sur une largeur de 60 m) + 0,05 pour la sécurisation foncière du site + 0,05 pour le calendrier de mise en œuvre de l'action envisagé - 0,1 pour le décalage temporel). Les différents critères, cas proposés et valeurs associées sont détaillés dans la fiche présentée en partie 2.

Les « crédits écosystèmes rivulaires » calculés sont donc de $R_c \times LT$ (linéaire traité), soit, dans le cas présent de $3 \times 80 = 240$.

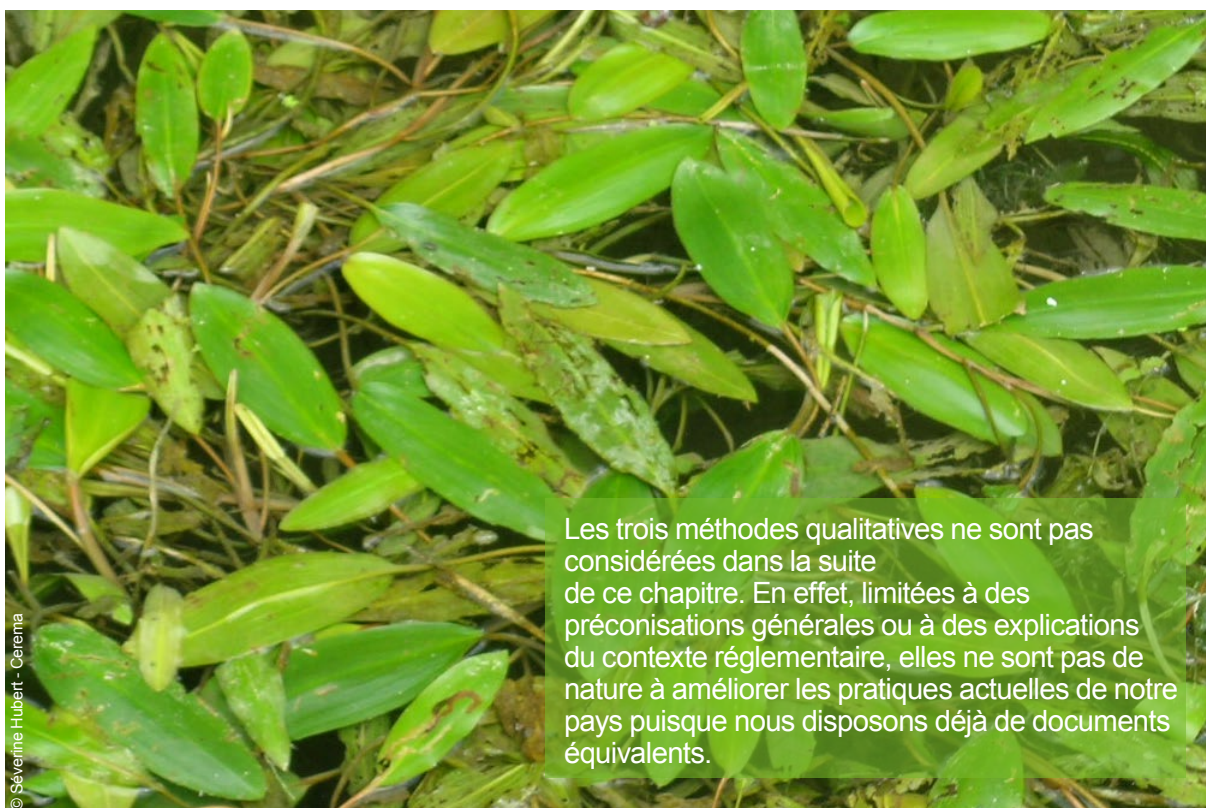
Le facteur de compensation à retenir est de 1 ; il n'a donc aucun effet sur le résultat.

Dans le cas présent, l'évaluation globale des « crédits » serait donc de 496 (256 + 240). Comme ils sont supérieurs aux « débits » (464), la compensation proposée pourrait être recevable.

Chapitre 3

Perspectives de transposition des méthodes américaines en France

Il est ici proposé de s'interroger sur l'opportunité et la possibilité de transposer les méthodes quantitatives ou semi-quantitatives utilisées aux États-Unis, à la France. À cette fin, trois entrées sont retenues pour étudier cette opportunité : opérationnelle, scientifique et réglementaire.



Les trois méthodes qualitatives ne sont pas considérées dans la suite de ce chapitre. En effet, limitées à des préconisations générales ou à des explications du contexte réglementaire, elles ne sont pas de nature à améliorer les pratiques actuelles de notre pays puisque nous disposons déjà de documents équivalents.

Les méthodes américaines peuvent-elles être opérationnelles en France ?

Pour juger du caractère opérationnel d'une méthode, il convient d'examiner la disponibilité des données nécessaires à son utilisation et de vérifier sa facilité de mise en œuvre.

DISPONIBILITÉ DES DONNÉES NÉCESSAIRES

Cas des méthodes semi-quantitatives

Pour évaluer les « débits », deux des six méthodes se limitent uniquement au linéaire impacté. Selon les autres méthodes, il faut pouvoir définir en plus, soit le type de cours d'eau impacté, soit son état actuel, soit le type d'activité / d'impact (2 critères au maximum).

Pour évaluer les « crédits », il est la plupart du temps (5 méthodes sur 6) nécessaire d'apprécier uniquement la plus-value écologique de l'action réalisée en plus du linéaire traité.

Il s'agit de données basiques et facilement accessibles.

Cas des méthodes quantitatives

Pour les « débits », il faut pouvoir renseigner chacun des critères mobilisés par la méthode, soit à minima :

- l'état initial et les enjeux écologiques associés au cours d'eau impacté ;
- les différents impacts négatifs (significatifs résiduels) du projet, leur ampleur, leur durée et le linéaire concerné.

Pour les « crédits », il faut pouvoir renseigner chacun des critères mobilisés par la méthode, soit à minima et outre le(s) linéaire(s) traité(s) :

- le (ou les) cours d'eau(x) de mise en œuvre de la mesure de compensation ;
- l'état initial et les enjeux écologiques associés à ce(s) cours d'eau ;
- les moyens permettant de justifier de la pérennité ;
- l'(ou les) action(s) écologiques à réaliser et le(s) linéaire(s) concerné(s) ;
- l'échéancier de mise en œuvre de ces actions écologiques.

Les données nécessaires à l'évaluation des « débits » sont demandées lors de l'instruction, dans les dossiers de déclaration « loi sur l'eau » ou « d'autorisation environnementale »¹⁶. **Elles ne devraient donc pas constituer un obstacle à l'utilisation de ce type de méthodes.**

Les données nécessaires à l'évaluation des « crédits » doivent être également présentées dans les dossiers en phase d'instruction. Toutefois, nombre de dossiers sont autorisés alors que la conception des mesures compensatoires n'est pas finalisée ou que le site de mise en œuvre de ces dernières n'est

16. Le contenu des dossiers est défini dans les articles R.181-13 et R.181-14 (autorisation environnementale) et R.214-32 (déclaration) du CE.

Partie 1 - Les enseignements des méthodes développées aux États-Unis

pas complètement identifié (ex : plusieurs sites d'implantation envisagés, maîtrise du site non acquise, etc.). Dans ce cas, la vérification de l'équivalence entre « pertes » et « gains », comme demandé par l'article L. 163-1 du CE doit être prévue par une clause de « revoyure » dans l'acte administratif autorisant le projet et réalisée dès lors que l'ensemble des mesures de compensation auront été proposées selon un échéancier préfixé.

Lorsque des crédits « écosystèmes rivulaires » doivent être évalués, les approches retenues par les différentes méthodes peuvent s'avérer assez complexes (ex : occupation du sol des zones rivulaires de la méthode du District de Norfolk).

FACILITÉ DE MISE EN ŒUVRE

Les méthodes (semi-quantitatives comme quantitatives) sont plutôt faciles à mettre en œuvre dès lors que les données nécessaires à leur utilisation sont rassemblées, car elles recourent à des calculs globalement très simples.

L'utilisation de valeurs associées aux critères d'ajustement préétablies en amont contribue à réduire la place laissée à la subjectivité et à des interprétations différentes / divergentes (*In fine*, même si l'utilisation des critères d'ajustement ne peut être strictement homogène, cette dernière est relativement bien encadrée).

En conclusion

- Les méthodes semi-quantitatives sont **très opérationnelles et pragmatiques** (prise en compte des critères essentiels). L'utilisation de l'une ou l'autre de ces méthodes serait sans impact sur la durée d'instruction (données basiques et accessibles).
- Les méthodes quantitatives examinées **paraissent également assez opérationnelles. Elles ne demanderont pas au pétitionnaire de recueillir des données supplémentaires à celles qui sont aujourd'hui nécessaires à la rédaction d'un dossier de demande** soumis à autorisation environnementale (mais elles n'en demanderont pas moins non plus). L'utilisation de l'une ou l'autre de ces méthodes peut impacter la durée d'instruction si les données nécessaires n'ont pas été recueillies en amont par le pétitionnaire.

Concernant les « crédits écosystèmes rivulaires », cette approche n'est pas actuellement utilisée dans notre pays bien que présentant une réelle justification technique (cf. Infra); elle pourrait être prise en compte sous réserve d'une redéfinition des largeurs minimales à retenir.

Les méthodes ne peuvent toutefois pas être transposées directement car, pour certains critères, les **seuils proposés et valeurs associées devraient être adaptés au contexte français**. C'est par exemple le cas des critères portant sur le niveau d'enjeux du cours d'eau pour lesquels les seuils doivent être qualifiés via les listes existantes dans notre pays (ex : cours d'eau classés en liste I ou en liste II, selon l'article L. 214-17 du code de l'Environnement).

Est-il scientifiquement acceptable de transposer les méthodes américaines en France ?

CAS DES MÉTHODES SEMI-QUANTITATIVES

Le faible nombre de critères d'ajustement mobilisés par les méthodes semi-quantitatives fait que ces dernières paraissent moins rigoureuses d'un point de vue scientifique que les suivantes (méthodes quantitatives), tout simplement car elles sont moins « complètes » dans leur démarche en n'intégrant pas les différents principes attachés à la compensation. Seuls les critères d'ajustement considérés comme « incontournables » sont mobilisés : nature de l'impact pour déterminer les « débits » et plus-value écologique de l'action considérée pour évaluer les « crédits ». Reste à déterminer si cette « simplification » peut rester scientifiquement pertinente dans tous les cas.

CAS DES MÉTHODES QUANTITATIVES

Les critères d'ajustement sélectionnés par les méthodes quantitatives reposent sur des bases scientifiques éprouvées mais selon une approche qui se veut « pragmatique ». Ainsi, la pré-attribution à chacun de ces critères, des différents seuils et valeurs, relève en effet plus de la **recherche d'un consensus entre réalité vs rigueur scientifique et de la simplification des approches**.

Peu de critères relèvent de considérations autres que biophysiques (socio-économiques par exemple). Le seul cas recensé est lorsque le critère « enjeux associés » est basé sur les ressources du territoire qui sont abordées selon une vision anthropocentrée, proche de la notion de « services écosystémiques ».

La plupart des méthodes **essaient de prendre en compte les effets cumulés (et non les impacts cumulés¹⁷)** en ajustant à la hausse les « débits » en fonction du linéaire impacté. Il reste que cette augmentation, bien qu'intellectuellement justifiée, reste difficile à évaluer précisément ; c'est pourquoi les méthodes utilisent un coefficient qui semble plus relever du résultat de la concertation engagée lors de l'élaboration de la méthode que d'un résultat issu d'études particulières sur le sujet.

Le fait de ne pas raisonner sur la simple entité impactée (le lit mineur du cours d'eau) mais de **considérer celui-ci au sein d'un ensemble plus large intégrant a minima les écosystèmes rivulaires** (qui font partie bien souvent du lit majeur) **sur une largeur importante est scientifiquement tout à fait justifié compte tenu du fait qu'il s'agit d'une variable de contrôle de la morphodynamique des cours d'eau**. Pour autant, il ne semble pas que ce soit appréhendé de cette façon sur notre territoire¹⁸. Le rôle joué par les écosystèmes rivulaires sur les cours d'eau est pourtant bien connu en France et participe de certaines politiques en matière de préservation de ces milieux (ex : mise en place ou maintien de bandes enherbées le long des cours d'eau afin de limiter les apports en produits phytosanitaires).

17. Il s'agit ici du cumul des impacts au sein du même projet et non du cumul des incidences avec d'autres projets existants ou approuvés (au sens de l'article R.122-5 du CE).

18. Les écosystèmes rivulaires sont parfois implicitement pris en compte lorsque des actions écologiques de restauration de la ripisylve sont proposées en réponse à des impacts portant sur des cours d'eau.

Néanmoins, une telle approche aurait avantage à être développée pour ce qui relève de la restauration hydro-morphologique de ces milieux.

Prendre en considération ces écosystèmes nécessiterait de mettre en cohérence les largeurs des rives à considérer avec les autres politiques dédiées à la thématique sur notre territoire **mais le bénéfice pourrait à terme être conséquent**, notamment en matière d'efficacité et de pérennité des actions écologiques menées.

Les méthodes quantitatives sont souvent affichées comme « évolutives » en fonction des retours d'expérience ou des apports de connaissance ; elles ne sont pas complètement « rigides » et laissent une large place au cas par cas pour intégrer des situations particulières. Par exemple, il est parfois mentionné que des mesures compensatoires supplémentaires peuvent être prévues pour intégrer des pertes intermédiaires éventuelles (le critère « décalage temporel » rencontré dans quelques méthodes concerne uniquement la partie « écosystèmes rivulaires »).

En conclusion

Les méthodes quantitatives étudiées sont soucieuses du respect d'une certaine rigueur scientifique. Même si elles ne sont pas parfaites, elles présentent l'avantage de constituer un **bon compromis entre prise en compte des différents critères et facilité d'identification des différents seuils**. Les points les plus imprécis sont probablement liés à un manque de connaissance qui reste malheureusement identique, quel que soit le pays.

Plusieurs limites sont néanmoins relevées (méthodes semi-quantitatives et méthodes quantitatives) :

- les méthodes ne s'intéressent pas aux différents impacts pris individuellement (pas de raisonnement impact par impact) mais raisonnent « tronçon impacté » par « tronçon impacté », en retenant l'impact dominant ;
- les préconisations relatives aux linéaires de tronçon à considérer devraient être plus détaillées ; en effet, dans notre pays, ces linéaires font parfois l'objet de nombreuses discussions en phase d'instruction (ex : quel linéaire retenir dans le cas d'un effacement de seuil ?) et des éléments méthodologiques sur le sujet permettraient d'étayer les pratiques ;
- les méthodes font parfois référence à des actions de « création de cours d'eau » alors que dans l'absolu, on ne peut pas « créer » (développer une ressource aquatique qui n'existait pas précédemment) un cours d'eau mais simplement le « déplacer ».

Les méthodes américaines sont-elles compatibles avec le contexte réglementaire français ?

Afin d'évaluer la compatibilité des méthodes quantitatives et semi-quantitatives étudiées avec notre contexte réglementaire, il est proposé ci-après de regarder les différents principes régissant la compensation en France et de déterminer pour chacun d'entre eux, dans quelle mesure les méthodes étudiées permettent de le respecter ou non (cf. Tableau XI).

Tableau XI : Compatibilité / conformité des méthodes étudiées avec les différents principes régissant la compensation en France

Principes bien pris en compte dans les méthodes examinées	
Proportionnalité	Le principe de proportionnalité est plutôt bien respecté dans les méthodes examinées via les différentes catégories / seuils et valeurs fixés pour chaque critère . Il est également intégré dans certaines méthodes par la pondération des pertes ou des gains en fonction des critères « d'état initial » et surtout « d'enjeux associés aux milieux ».
Équivalence qualitative	Un impact sur un cours d'eau ne peut être compensé que par une action portant sur un cours d'eau du même type; dans ce cas, l'équivalence qualitative est donc globalement bien prise en compte avec parfois une forte diminution des « crédits » s'il n'est pas respecté complètement (ex : impact sur un type de cours d'eau et compensation sur un autre type de cours d'eau). En outre, bien qu'un impact sur un cours d'eau puisse être compensé par des crédits « cours d'eau » et des crédits « écosystèmes rivulaires », ces derniers ne viennent qu' en complément des premiers et ne peuvent s'y substituer totalement.
Équivalence quantitative	Les méthodes étudiées respectent totalement ce principe puisqu' il s'agit ici de leur finalité . L'équivalence quantitative est assurée dès lors que les « crédits » sont supérieurs ou égaux aux « débits ».
Proximité géographique / spatiale	Ce principe est également plutôt bien respecté mais certaines méthodes sont plus souples (avec malgré tout des contraintes : par exemple, le bassin versant adjacent). Le non respect de ce principe se traduit généralement par une division par deux des « crédits » de compensation (ou par une augmentation du « débit »).
Plus-value écologique	Ce principe est très bien pris en compte puisqu'il est considéré unanimement par les méthodes quantitatives et semi-quantitatives. Si la méthode est seulement basée sur des ratios, la plus-value engendrée, soit ici le gain apporté par l'action écologique (évaluée par les différents modes de compensation retenue) est parfois le seul critère retenu.
Faisabilité technique	La faisabilité technique n'apparaît pas en tant que critère dans les méthodes étudiées. Néanmoins, elle semble implicitement prise en compte (au moins pour partie), notamment en raison du fait que : - les méthodes listent en général les actions de compensation qui peuvent être mises en œuvre (et donc qui ont été considérées comme « faisables » par les auteurs); - les mesures de compensation élaborées par les banques de compensation et les rémunérations de remplacement font l'objet de validations avant la vente des crédits (les actions écologiques sont réalisées avant la vente); - au cas par cas, l'ingénieur du District a en général toute latitude pour accepter ou refuser une action de compensation.
Pérennité	Le contexte réglementaire aux États-Unis est très exigeant sur le sujet . Ainsi, la plupart des actions de compensation décrites dans les dossiers de demande de notre pays (avec parfois une faible « pérennité » sur ce sujet ou de simples conventions de gestion sur 5 ans) ne seraient tout simplement pas recevables aux États-Unis, où une protection « à perpétuité » est en général exigée.

... / ...

Partie 1 - Les enseignements des méthodes développées aux États-Unis

Tableau XI: Compatibilité / conformité des méthodes étudiées avec les différents principes régissant la compensation en France

Principes moyennement pris en compte dans les méthodes examinées	
Efficacité / suivis	La mise en œuvre de suivis est obligatoire mais n'apparaît en tant que critère qu' au sein de certaines méthodes seulement , c'est pourquoi ce principe est intégré dans la catégorie de ceux « moyennement pris en compte ». Dans les méthodes, les suivis s'inscrivent également dans un principe de proportionnalité: l'ingénieur du District propose les niveaux de suivis adaptés à chaque cas. Comme pour le principe de proximité temporelle, un niveau de suivi supérieur à celui exigé sera de nature à « générer » des « crédits » supplémentaires. Il est à noter qu'en général la durée initiale exigée pour les suivis n'est pas très longue mais que cette dernière peut être réadaptée dans un sens comme dans l'autre (allongée ou raccourcie), en fonction des standards de performance fixés (critères d'efficacité de la mesure) et des résultats obtenus . Lorsque la compensation est mise en œuvre via une banque de compensation, le système de libération progressive des crédits conditionnant la vente (assujéti aux standards de performance fixés) permet d' assurer l'efficacité de chaque mesure .
Proximité temporelle	Comme le principe précédent, la proximité temporelle est bien prise en compte dans certaines méthodes (5) via un critère « échancier de la mise en œuvre des mesures compensatoires ». Son application peut être selon les cas, soit être assez favorable pour le pétitionnaire dans le sens où une anticipation de la mise en œuvre est génératrice de « crédits », soit défavorable dans le sens où des « crédits négatifs » peuvent s'appliquer dès lors que les mesures compensatoires sont réalisées après la survenue des impacts. Les méthodes soulignent pour la plupart que la mise en œuvre de la compensation par une banque garantit au moins en partie le bon respect de ce principe .
Principes peu ou pas pris en compte dans les méthodes examinées	
Additionnalité aux engagements publics et privés	Ce principe n'apparaît pas (ou très peu) dans les méthodes examinées. Seule la méthode de l'État de l'Ohio évoque les « <i>relations avec les autres programmes</i> » et écrit que « <i>les projets de restauration ou de conservation des ressources aquatiques financés par l'État ou le gouvernement fédéral qui sont menés à des fins différentes de la compensation écologique ne peuvent pas être utilisés pour la génération de « crédits » de compensation pour les activités autorisées</i> ».
Gain net biodiversité	Ce principe n'apparaît pas dans les méthodes examinées qui raisonnent « impact par impact » et non « par projet ». Pour chaque impact, la méthode permet de s'assurer qu'il n'y a pas de « perte » en exigeant que les « crédits » soient au moins égaux aux « débits » mais ne va pas au-delà.

Source: Cerema

Sur l'ensemble des principes régissant la compensation dans notre pays, seuls deux d'entre eux ne sont pas ou peu considérés par les méthodes étudiées : le **gain net de biodiversité et l'additionnalité aux engagements publics et privés**. Ce dernier principe n'a pas forcément lieu d'être dans une méthode ; il peut s'agir d'une exigence dont le respect est à démontrer par le pétitionnaire pour veiller à la recevabilité du dossier. Il ne doit donc pas constituer un obstacle à l'utilisation de telles méthodes. Le gain net de biodiversité est facilement intégrable dans les méthodes existantes ; il suffit d'exiger que le volume global de crédit soit strictement supérieur au volume global de débit.

L'ensemble des autres principes sont plutôt bien intégrés car les exigences liées à la compensation aux États-Unis présentent de fortes similitudes avec notre propre contexte réglementaire. Il est donc logique que nos principes de compensation se retrouvent assez clairement dans les méthodes construites.

Il est également nécessaire de rappeler que la compensation, telle que les États-Unis l'appréhendent peut être sur certains aspects, plus exigeante, plus encadrée que dans notre pays. C'est par exemple le cas de la sécurisation des sites « à perpétuité » qui n'est pas assurée de façon aussi forte dans notre

Partie 1 - Les enseignements des méthodes développées aux États-Unis

pays bien que la loi RBNP demande dorénavant à ce que les mesures de compensation soient « *effectives pendant toute la durée des atteintes* », ce qui sous-entend une sécurisation du foncier définitive pour des atteintes pérennes. Dans le cas des mesures compensatoires spécifiques aux cours d'eau, l'obligation formulée par la DCE de non dégradation supplémentaire de l'état écologique et chimique de l'eau protège indirectement d'éventuelles mesures compensatoires mises en œuvre. En effet, un nouveau projet qui viendrait impacter une mesure compensatoire mise en œuvre sur un cours d'eau et qui aboutirait à une dégradation de l'état écologique et chimique de l'eau ne serait pas acceptable.

En conclusion

Les méthodes développées aux États-Unis sont largement compatibles avec notre contexte réglementaire ; elles permettent de satisfaire la plupart de nos « principes de compensation ».

Tableau XII : Synthèse des caractéristiques des deux principales catégories de méthodes

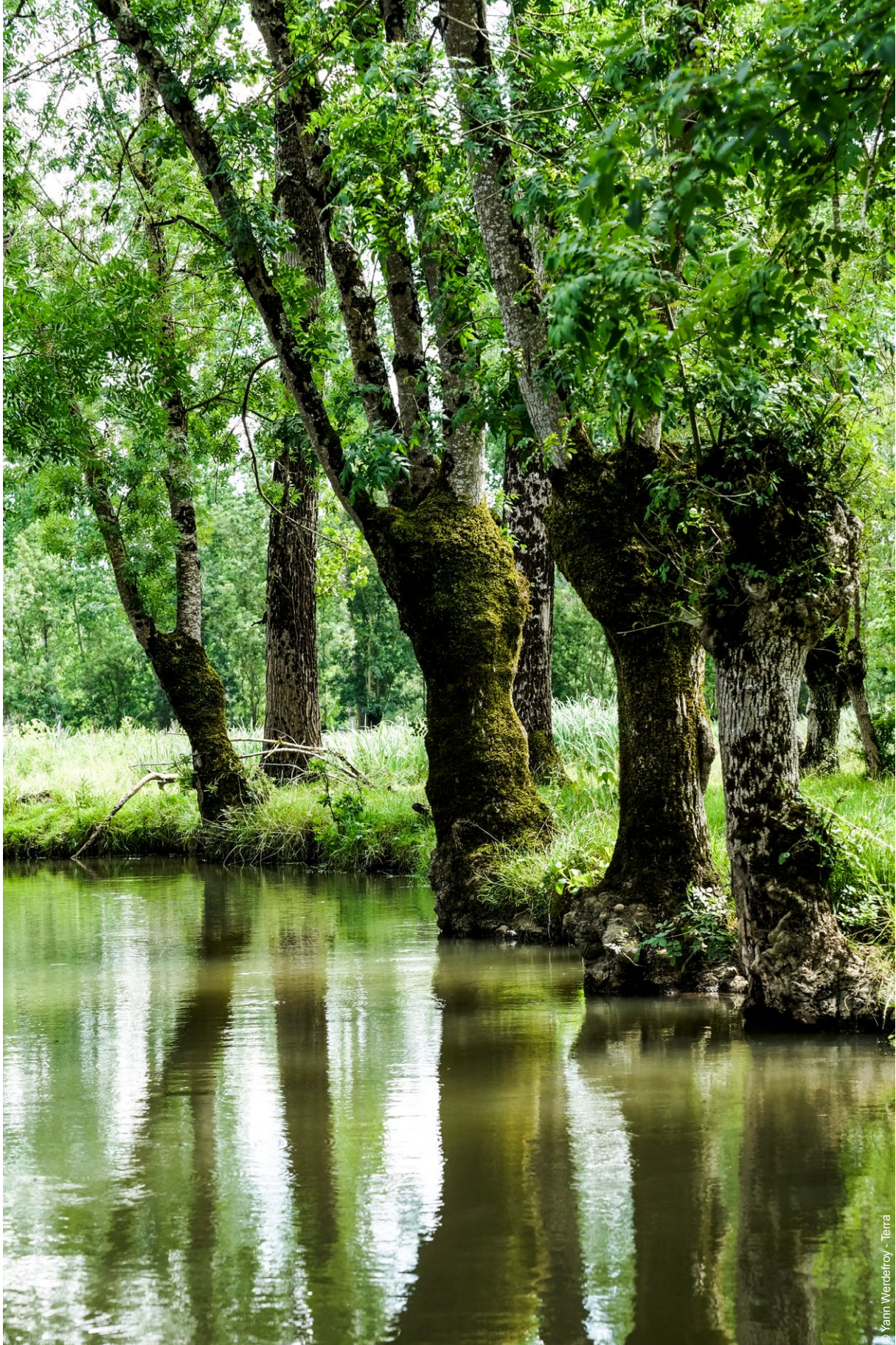
Caractère étudié	Méthodes semi-quantitatives	Méthodes quantitatives
Opérationnalité	Méthodes très opérationnelles 😊😊😊 Facilité de mise en œuvre 😊😊😊 L'utilisation n'est pas de nature à rallonger le délai d'instruction.	Méthodes opérationnelles 😊😊 Facilité de mise en œuvre 😊😊😊 L'utilisation peut être de nature à rallonger l'instruction si les données nécessaires n'ont pas été recueillies en amont par le maître d'ouvrage.
Rigueur scientifique	Méthodes incomplètes pour ce qui concerne la prise en compte de certains enjeux 😊	Méthodes assez complètes du fait de la prise en compte de la majorité des critères nécessaires à l'évaluation des enjeux 😊😊 Prise en compte du lit mineur et des rives associés au cours d'eau 😊😊😊 Essai de prise en compte des effets cumulés 😊
Compatibilité avec le contexte réglementaire français	À déterminer au cas par cas 😊😊	À approfondir au cas par cas en fonction des critères utilisés par chaque méthode 😊😊😊

Partie 2

Fiches de synthèse des méthodes

Chaque méthode étudiée fait l'objet d'une présentation synthétique et homogène sous forme de fiches abordant sa finalité, la détermination des débits et des crédits (critères retenus et valeurs associées) et éventuellement la définition de certains termes et présentation de concepts qui lui sont propres.





© Yann Werdefroy - Terra

Chapitre 1

Les méthodes qualitatives

■ Fiche n° 1 : Méthode du District de Fort Worth.....	78
■ Fiche n° 2 : Méthode du District de Détroit	81
■ Fiche n° 3 : Méthode du District de Philadelphie.....	82

Chapitre 2

Les méthodes semi-quantitatives

■ Fiche n° 4 : Méthode du District de New England.....	83
■ Fiche n° 5 : Méthode du District de Tulsa.....	89
■ Fiche n° 6 : Méthode du District de Wilmington.....	92
■ Fiche n° 7 : Méthode de l'État du Kentucky.....	94
■ Fiche n° 8 : Méthode de l'État de L'Ohio.....	96
■ Fiche n° 9 : Méthode de l'État du Tennessee.....	102

Chapitre 3

Les méthodes quantitatives

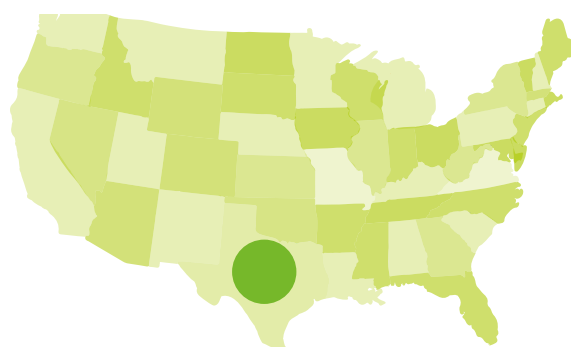
■ Fiche n° 10 : Méthode du Kansas	108
■ Fiche n° 11 : Méthode de l'État de l'Illinois.....	114
■ Fiche n° 12 : Méthode du District de Little Rock.....	121
■ Fiche n° 13 : Méthode du District Mobile.....	128
■ Fiche n° 14 : Méthode du District de Norfolk.....	135
■ Fiche n° 15 : Méthode du District de Savannah – État de Géorgie.....	140
■ Fiche n° 16 : Méthode de l'État du Missouri.....	146
■ Fiche n° 17 : Méthode de l'État du Montana.....	156
■ Fiche n° 18 : Méthode de l'État de Pennsylvanie.....	161
■ Fiche n° 19 : Méthode de l'État du Wyoming.....	167

Chapitre 1

Les méthodes qualitatives

Fiche n° 1

Méthode qualitative District de Fort Worth 2013



■ FINALITÉ / PHILOSOPHIE DE LA MÉTHODE

Le document est à appréhender comme des **lignes directrices** relatives aux mesures de compensation cours d'eau. Il n'aborde pas la question de l'évaluation des « débits » d'un côté et des « crédits » de l'autre, ni même la question des ratios.

En revanche, il argumente les choix posés au regard des retours d'expérience et insiste sur la nécessité d'atteindre un niveau minimal d'équivalence écologique qualitative.

■ PRESCRIPTIONS GLOBALES

Les prescriptions spécifiques abordées concernent les points suivants :

Des éléments de contexte

Le document explique qu'historiquement, des impacts portant sur des cours d'eau ont pu être compensés par des actions portant sur des zones humides ou sur des écosystèmes rivulaires exclusivement et que par conséquent, des fonctions spécifiques au « lit mineur du cours d'eau » impactées n'avaient pas été compensées. L'objectif est donc désormais de s'assurer qu'un niveau de compensation suffisant soit atteint pour les fonctions du « lit mineur du cours d'eau ». En outre, la mise en œuvre des actions écologiques par le biais d'une banque de compensation doit être privilégiée.

Des définitions

Le document distingue trois types de crédits : « lit mineur », « cours d'eau » (la plus-value écologique est atteinte par des actions qui ne sont pas associées, ni au lit mineur, ni aux travaux sur les rives) et des crédits « rives ».

Il mentionne que les cours d'eau impactés et compensés doivent être de même type en termes de régime hydrologique (éphémère, intermittent ou permanent¹⁹). Une tolérance existe pour les impacts portant sur les cours d'eau éphémères qui peuvent être compensés sur des cours d'eau éphémères ou intermittents.

19. Cf. Fiche n° 11 (État de l'Illinois) pour la définition de ces différents termes.

Les méthodes de compensation « cours d'eau »

Ce paragraphe traite plutôt des stratégies de mise en œuvre en proposant différentes solutions (5 alternatives de mise en œuvre pour les cours d'eau éphémères d'un côté et pour les cours d'eau intermittents et permanents de l'autre). L'alternative 1 est à mettre en œuvre de préférence et si ce n'est pas possible, il faut envisager de mettre en œuvre la 2, etc.

L'objectif de compensation « 50/50 »

Pour les impacts sur les cours d'eau intermittents et/ou permanents à l'intérieur du périmètre de service d'une banque, au moins 50 % des exigences calculées de compensation doivent être satisfaites avec des crédits « lit mineur ». La compensation restante peut être réalisée avec l'achat de **crédits « cours d'eau »** ou de **crédits « rives »**.

Le calendrier de libération des crédits (cf. Infra)

■ PRESCRIPTIONS RELATIVES AU CALENDRIER DE LIBÉRATION DES CRÉDITS

Les « crédits » des banques de compensation deviennent disponibles pour l'utilisation ou la vente seulement lorsque certaines exigences sont satisfaites. Les calendriers de libération (mise à disposition) des « crédits » ci-après fondés sur une analyse approfondie d'un projet particulier doivent être jugés comme raisonnables par le service instructeur. Cependant, une analyse poussée peut être exigée pour des sites ou des situations uniques.

Échéancier de libération des crédits d'une banque de compensation « zones humides » ou « cours d'eau » avec travaux sur les rives uniquement

15 % – Libération initiale (conformité avec tous les critères de succès initiaux).

20 % – Plantations ultérieures, construction, et « démonstration » de l'hydrologie (y compris les critères de succès).

15 % – Après deux saisons complètes de croissance (y compris les critères de succès).

10 % – Libération provisoire fondée sur une évaluation fonctionnelle – au minimum 3 ans après les plantations.

10 % – Libération provisoire fondée sur une évaluation fonctionnelle – au minimum 5 ans après les plantations.

10 % – Libération provisoire fondée sur une évaluation fonctionnelle – au minimum 7 ans après les plantations.

20 % – Libération finale fondée sur une évaluation fonctionnelle. Des fonds de gestion à long terme ou un autre mécanisme financier doivent être entièrement financés avant la libération finale des crédits.

Échéancier de libération des crédits d'une banque de compensation « cours d'eau » comprenant la restauration complète du lit mineur (au moins 75 % du tronçon de cours d'eau a besoin d'une « restauration »)

30 % – Libération initiale (conformité avec tous les critères de succès initiaux).

Partie 2 - Fiches de synthèse des méthodes

10 % – Plantations/actions écologiques.

10 % – Pérennité des actions écologiques mises en place après deux crues (débit supérieur au débit de plein bord, correspondant en moyenne au débit de crue biennale) au moins séparées d'un an (les crues peuvent se produire à tout moment après l'achèvement des actions écologiques. Au moins une crue doit se produire avant la première évaluation. 5 % des crédits libérés pour chaque épisode de crue).

10 % – Libération provisoire fondée sur une évaluation fonctionnelle après 2 ans.

10 % – Libération provisoire fondée sur une évaluation fonctionnelle après 3 ans.

10 % – Libération provisoire fondée sur une évaluation fonctionnelle après 5 ans.

20 % – Libération finale fondée sur une évaluation fonctionnelle (le second épisode de débordement doit avoir lieu et les fonds de gestion à long terme doivent être financés avant la libération finale).

Échéancier de libération des crédits d'une banque de compensation « cours d'eau » comprenant la restauration partielle du lit mineur du cours d'eau et des quantités variables de restauration des rives

20 % – Libération initiale (conformité avec tous les critères de succès initiaux).

15 % – Plantations/actions écologiques.

15 % – Après deux saisons de croissance complète si les critères de succès sont atteints et qu'il y a subsistance du projet après deux crues (débit supérieur au débit de plein bord, correspondant en moyenne au débit de crue biennale) au moins séparées d'un an (les crues peuvent se produire à tout moment après l'achèvement des actions écologiques. Au moins une crue doit se produire avant la première évaluation. 5 % des crédits libérés pour chaque épisode de crue).

10 % – Libération provisoire fondée sur une évaluation fonctionnelle après 2 ans.

10 % – Libération provisoire fondée sur une évaluation fonctionnelle après 3 ans.

10 % – Libération provisoire fondée sur une évaluation fonctionnelle après 5 ans.

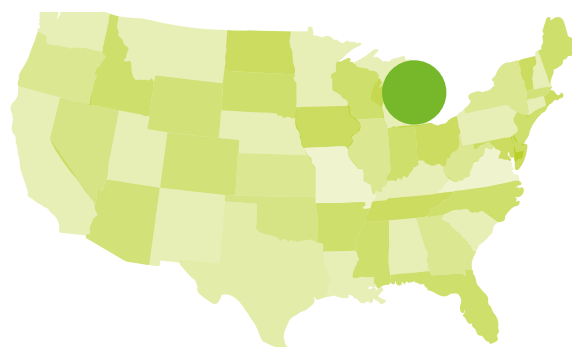
20 % – Libération finale fondée sur une évaluation fonctionnelle (la seconde crue doit avoir eu lieu et les fonds de gestion à long terme doivent être financés avant la libération finale).

Préservation

100 % – Libérés seulement après que la servitude de conservation soit finalisée et que le mécanisme financier de gestion à long terme soit entièrement financé.

Fiche n° 2

Méthode qualitative
District de Détroit
2008



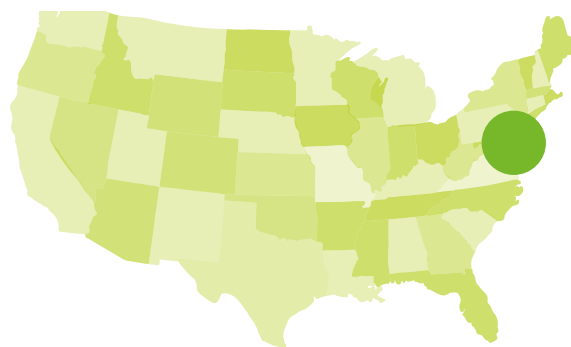
■ FINALITÉ / PHILOSOPHIE DE LA MÉTHODE

Le document est à appréhender comme des **lignes directrices** relatives aux mesures de compensation « zones humides » et « cours d'eau ». Il n'aborde pas la question de l'évaluation des « débits » d'un côté et des « crédits » de l'autre, ni même la question des ratios, sauf à préciser que ce dernier sera supérieur à 1.

Il aborde surtout la liste des éléments devant figurer dans le dossier de demande et le contenu attendu du plan de compensation. Ne contenant pas d'élément supplémentaire par rapport aux autres méthodes étudiées, il n'est pas ici détaillé.

Fiche n° 3

Méthode qualitative District de Philadelphie 2004



■ FINALITÉ / PHILOSOPHIE DE LA MÉTHODE

Le document ressemble dans sa forme à celui du District de Détroit; il est à appréhender comme une doctrine relative aux actions de compensation « zones humides » et « cours d'eau ». Il aborde les points suivants :

- phases d'évitement et de réduction prioritaires ;
- ratio minimal de 1 : 1 qui peut être augmenté en fonction des enjeux, des chances de réussite, de l'échéancier de mise en œuvre des actions écologiques, de la localisation et de la nature des actions écologiques proposées.

Des techniques d'évaluations fonctionnelles sont exigées pour évaluer l'état initial et les mesures compensatoires :

- modalités de compensation (conformes à la loi sur la compensation de 2008) ;
- critères d'efficacité et suivis obligatoires ;
- contenu du plan de compensation ;
- mise en œuvre de la compensation avant ou en même temps que les impacts ;
- incitation à des discussions avec le service instructeur le plus tôt possible dans la conception du projet.

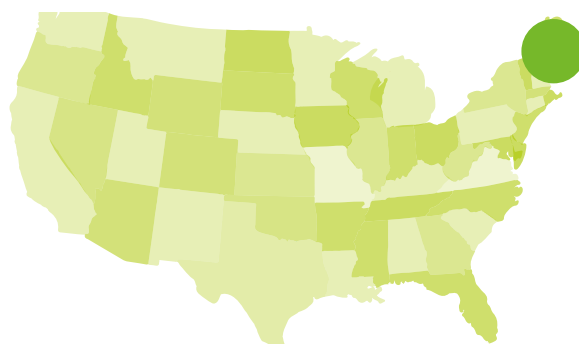
Ne contenant pas d'élément supplémentaire par rapport aux autres méthodes étudiées, il n'est pas ici détaillé.

Chapitre 2

Les méthodes semi-quantitatives

Fiche n° 4

Méthode semi-quantitative District de New England 2015



■ FINALITÉ / PHILOSOPHIE DE LA MÉTHODE

La méthode s'applique aux « zones humides » et aux « cours d'eau ». Elle est **basée sur des « ratios-types » qui doivent être considérés comme un point de départ à l'élaboration d'une compensation adéquate**. La méthode ne peut être utilisée qu'après avoir cherché à éviter puis à réduire les impacts. Son application doit rester flexible pour prendre en compte des éventuelles spécificités locales. Elle propose deux matrices (ou tableaux à double entrée), l'une pour calculer les « débits » et l'autre pour calculer les « crédits ».

Certains concepts sont rappelés en introduction comme le besoin de compensation complémentaire si présence de pertes intermédiaires et le respect des conditions d'équivalences écologique et géographique. En outre, la préservation peut être acceptée en tant que mesure de compensation dans certains cas particuliers seulement. Le document aborde également la protection à long terme, les garanties financières, la période de mise en œuvre des mesures, etc.

■ DÉTERMINATION DES DÉBITS – CRITÈRES RETENUS - VALEURS

La détermination des « débits » suit la démarche suivante :

- 1. Déterminer l'état initial du cours d'eau** à partir d'une feuille d'évaluation (avant impact). 5 classes sont proposées : sévèrement dégradé / pauvre / passable / correct / excellent.
- 2. Pour chaque type d'impact identifié** (10 catégories d'impacts sont proposées), **déterminer le linéaire de cours d'eau directement impacté et multiplier ce linéaire par la valeur correspondant à l'impact et à l'état initial** (cf. Tableau infra) afin de déterminer un « débit ».
- 3. Répéter la démarche pour chaque impact identifié** et additionner tous les « débits » obtenus.

La matrice proposée suppose des impacts permanents (soit plus de deux ans). Pour des impacts temporaires longs (entre 1 et 2 ans), il est nécessaire de suivre la même démarche et les « débits » obtenus sont ensuite simplement multipliés par 0,25.

Partie 2 - Fiches de synthèse des méthodes

Valeurs associées aux critères d'ajustement des « débits »

Activités sources d'impacts sur le cours d'eau	État initial du cours d'eau (avant impact)				
	Sévèrement dégradé	Pauvre	Passable	Correct	Excellent
Busage ou autres ouvrages cloisonnant le lit mineur	1	1,5	2	2,5	3
Ouvrage de franchissement du cours d'eau sans assise en lit mineur Ces franchissements étant généralement perpendiculaires aux berges, les ratios sont basés sur la longueur du franchissement entre les deux berges (largeur du lit mineur). Si cette largeur > 3,6 m, le ratio est augmenté	0,01	0,05	0,10	0,15	0,20
Ennoisement par installation d'un seuil transversal, création d'un plan d'eau, d'un bassin de rétention des sédiments ou de régulation des crues	0,5	1	1,5	2	3
Curage / incision du lit mineur	0,5	1	1,5	2,5	3
Élévation du lit du cours d'eau, rescindement, rectification	0,25	0,50	0,75	1,0	2
Dérivation	0,5	1	2	3	4
Protection ou consolidation des berges*	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
Défrichement > 30 m linéaires de berge ou rives*	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
Autres types d'ennoisement	Cas particulier				
Autres impacts sur le cours d'eau	Cas particulier				

* Multiplier par 2 si les deux berges opposées sont concernées.

■ DÉTERMINATION DES CRÉDITS – CRITÈRES RETENUS - VALEURS

La démarche de détermination des « crédits » est similaire à celle des « débits ».

1. Déterminer l'état initial du cours d'eau à partir d'une feuille d'évaluation (avant mise en œuvre des actions écologiques). 5 classes sont proposées : sévèrement dégradé / pauvre / passable / correct / excellent.

2. Pour chaque action de compensation identifiée (9 actions sont proposées), **déterminer le linéaire de cours d'eau concerné et multiplier ce linéaire par la valeur correspondant à l'action et à l'état initial** (cf. Tableau infra) afin de déterminer un « crédit ».

3. Répéter la démarche pour chaque action envisagée et additionner tous les « crédits » obtenus.

La méthode ne formule que peu d'informations spécifiques aux cours d'eau. Elle propose une liste partielle d'actions considérées comme éligibles à la compensation ainsi que l'effet attendu au niveau des fonctions (cf. Infra). Cette liste a vocation à aider à la détermination des standards de performance.

Partie 2 - Fiches de synthèse des méthodes

Valeurs associées aux critères d'ajustement des « crédits »

Mesures compensatoires	État initial du cours d'eau (avant mise en œuvre des actions écologiques)				
	Sévèrement dégradé	Pauvre	Passable	Correct	Excellent
Préservation*	Pas de crédits	0,1 (un côté) 0,2 (les deux côtés)	0,25 (un côté) 0,5 (les deux côtés)	0,4 (un côté) 0,8 (les deux côtés)	Préservation de 30 m de zones tampons inaltérées (ni sylviculture, ni agriculture) 0,5 (un côté) 1,0 (les deux côtés)
Remise à ciel ouvert du lit mineur d'un cours d'eau	0,5	0,5	0,75	N/A	N/A
Effacement d'un seuil** transversal	0,1	0,25	0,5	0,75	N/A
Restauration de la connectivité latérale (lit mineur vs plaine d'inondation)	0,1	0,2	0,3	0,4	N/A
Rétablissement d'une zone tampon rivulaire > 7,5 m de large avec de la végétation profondément enracinée (arbres et arbustes), le long d'une berge (multiplier par 2 si les 2 côtés sont concernés)	0,1	0,1	0,15	0,25	N/A
Restauration des conditions morphologiques naturelles initiales d'un cours d'eau	0,3	0,5	N/A	N/A	N/A
Restauration de conditions morphologiques fonctionnelles pour cours d'eau dérivé : augmentation sinuosité, restauration pente naturelle, diversification des faciès d'écoulement (sous conditions***)	0,1	0,3	0,5	N/A	N/A
Restauration continuité écologique via l'installation de passes à poissons****	0,01 pour les 5 premiers km 0,005 entre 5 et 16 km				N/A
Autres ex : installation de débris ligneux grossiers, suppression d'enrochements ou de débris, éloignement du bétail, amélioration des buses, meilleures pratiques de gestion des eaux pluviales	Cas particulier	Cas particulier	Cas particulier	Cas particulier	N/A

* Des crédits supplémentaires peuvent être accordés si une zone de plus de 30 m de large de part et d'autre du lit mineur est sécurisée.

** Le linéaire de cours d'eau pris en compte correspond au linéaire du lit mineur anciennement ennoyé et retrouvant son écoulement naturel initial.

*** Cf. § définitions / concepts décrits dans la fiche « méthode 15 – District de Savannah ».

**** Le linéaire de cours d'eau pris en compte correspond au linéaire rendu accessible aux espèces migratrices.

■ TERMES DÉFINIS – RAPPELS CONCEPTUELS

Liste non exhaustive des actions écologiques éligibles à la compensation et des fonctions associées restaurées ou améliorées

Effacement d'un seuil transversal ou enlèvement d'une buse constituant un obstacle à l'écoulement et à la continuité écologique

- Restauration de la productivité et de la biodiversité originale de l'écosystème.
- Augmentation du transport solide, des nutriments et des débris ligneux grossiers.
- Restauration du régime hydrologique naturel.
- Amélioration de la qualité de l'eau et du régime thermique.
- Amélioration des fonctions associées aux écosystèmes rivulaires.
- Restauration de la continuité écologique (poissons, macro-invertébrés, etc.).
- Restauration de la disponibilité des habitats aquatiques à l'amont.

Équipement ou enlèvement/modification de buses existantes

- Augmentation/restauration de la productivité et de la biodiversité originale de l'écosystème.
- Augmentation/restauration du transport solide, des nutriments, et des débris ligneux grossiers.
- Restauration du régime hydrologique naturel.
- Amélioration de la continuité écologique.
- Augmentation/restauration de la disponibilité des habitats aquatiques à l'amont.

Restauration de la végétation des écosystèmes rivulaires et des plaines d'inondation

- Augmentation de la productivité et de la biodiversité originales de l'écosystème.
- Augmentation de l'hétérogénéité en habitats du cours d'eau.
- Augmentation de la rétention des sédiments et nutriments dans les écosystèmes rivulaires et les plaines d'inondation.
- Amélioration des régimes thermiques (ombrage grâce à la végétation rivulaire).
- Amélioration de la qualité physico-chimique de l'eau.

Rétablissement des connexions latérales (chenal principal vs plaines d'inondation et chenaux secondaires)

- Augmentation de la productivité et de la biodiversité originales de l'écosystème.
- Augmentation de l'hétérogénéité en habitats du cours d'eau.
- Augmentation de la rétention des sédiments et nutriments dans les écosystèmes rivulaires et les plaines d'inondation.
- Amélioration de l'accès des espèces animales à des abris ou des habitats de reproduction.
- Amélioration des régimes thermiques (ombrage grâce à la végétation rivulaire).
- Amélioration de la qualité physico-chimique de l'eau.
- Diminution de l'intensité des pics de crue.
- Restauration du régime hydrologique naturel.

Suppression des consolidations de berge, désimperméabilisation et revégétalisation des rives

- Augmentation de la productivité et de la biodiversité originales de l'écosystème.
- Augmentation de la disponibilité en sédiments, débris ligneux grossiers et nutriments pour les habitats aquatiques.
- Amélioration des régimes hydrologiques.
- Amélioration de l'hétérogénéité en habitats aquatiques.
- Amélioration du transport solide et des dynamiques de rétention/recyclage des sédiments et nutriments.
- Amélioration des régimes thermiques et de la qualité physico-chimique de l'eau.
- Augmentation potentielle du débit.
- Restauration de la morpho-dynamique et de l'espace de mobilité du lit mineur ; restauration de la divagation naturelle du lit mineur au sein du lit majeur.

Amélioration du stockage et de la gestion des eaux pluviales

- Augmentation de la productivité et de la biodiversité originales de l'écosystème.
- Restauration du régime hydrologique naturel.
- Diminution de l'intensité des pics de crue.
- Amélioration de la qualité physico-chimique de l'eau et des régimes thermiques.
- Amélioration de l'hétérogénéité en habitats aquatiques.
- Réduction des sources de pollution (y compris l'excès de sédiments fins).

Amélioration ou restauration des écosystèmes rivulaires

- Augmentation de la productivité et de la biodiversité originales de l'écosystème.
- Amélioration de l'hétérogénéité en habitats aquatiques.
- Amélioration des régimes thermiques et de la qualité physico-chimique de l'eau.
- Augmentation de la rétention des débris ligneux grossiers, des sédiments et des nutriments.
- Amélioration du recyclage des sédiments et nutriments.

Installation de débris ligneux grossiers dans le lit ou le long des berges

- Augmentation de la productivité et de la biodiversité originales de l'écosystème.
- Amélioration de l'hétérogénéité en habitats aquatiques.
- Amélioration des régimes thermiques et de la qualité physico-chimique de l'eau.
- Augmentation de la rétention des débris ligneux grossiers, des sédiments et des nutriments.
- Amélioration du recyclage des sédiments et nutriments.

Utilisation de technologie particulière (surfaces perméables, jardins pluviaux, bandes filtrantes, etc.)

- Augmentation de la productivité et de la biodiversité originales de l'écosystème.
- Restauration du régime hydrologique naturel.
- Amélioration de la qualité de l'eau et des régimes thermiques.
- Amélioration de la complexité et de la diversité des habitats pour la vie aquatique.
- Réduction de la capacité du cours d'eau à voir son débit augmenter après un épisode pluvieux.

Suppression des pavés et autres surfaces imperméables

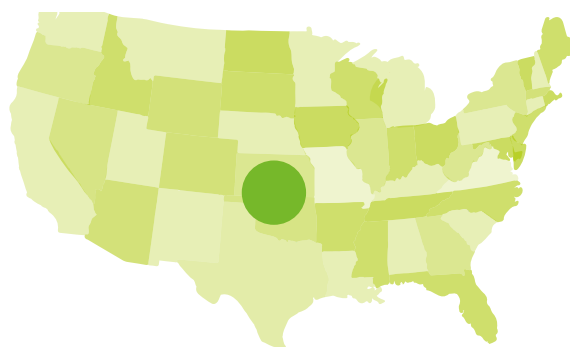
- Augmentation de la productivité et de la biodiversité originales de l'écosystème.
- Amélioration du régime hydrologique.
- Amélioration de la qualité de l'eau et des régimes thermiques.
- Amélioration de la complexité et de la diversité de l'habitat pour la vie aquatique.

Préservation des écosystèmes rivulaires naturels et des plaines d'inondation

- Préservation de la productivité et de la biodiversité originales de l'écosystème.
- Préservation de la disponibilité des sédiments, débris ligneux grossiers et nutriments pour les habitats aquatiques.
- Préservation des régimes hydrologiques.
- Préservation de l'hétérogénéité en habitats aquatiques.
- Préservation du transport et des dynamiques de rétention/recyclage des sédiments et nutriments.
- Préservation des régimes thermiques et de la qualité physico-chimique de l'eau.

Fiche n° 5

Méthode semi-quantitative
District de Tulsa
2004



■ FINALITÉ / PHILOSOPHIE DE LA MÉTHODE

La méthode s'applique autant aux zones humides qu'aux cours d'eau. Il s'agit d'attribuer un ratio de compensation ajusté en fonction du respect (ou non) des principes réglementaires régissant la compensation. À noter que cette méthode ne compare pas les « débits » d'un côté et les « crédits » de l'autre.

■ PRESCRIPTIONS GLOBALES

Les mesures de compensation sont mises en œuvre au plus près de la zone impactée. Tout éloignement se traduit par une augmentation du ratio de compensation.

La conception des mesures compensatoires doit être engagée le plus en amont possible.

Les mesures compensatoires sont nécessaires aussi bien pour des impacts permanents que pour des impacts temporaires.

La restauration est le mode de compensation à privilégier et la préservation le mode le moins recommandé. Si ce mode est retenu, il devra au final représenter moins de 50 % des « crédits » totaux calculés.

L'équivalence écologique qualitative est préconisée. Si elle n'est pas complètement respectée, cela se traduit par des ratios de compensation plus élevés.

La protection à long terme du site de compensation est obligatoire.

Des standards de performance doivent clairement apparaître dans le plan de compensation.

La mise en œuvre des mesures de compensation intervient en même temps que les impacts liés au projet dans la mesure du possible. Si ce n'est pas possible, elle intervient dans les 12 mois suivant la construction du projet autorisé.

Un suivi est exigé dans tous les plans de compensation.

■ PRESCRIPTIONS RELATIVES AUX RATIOS DE COMPENSATION

Pour une restauration de lit ou de corridor de cours d'eau, le ratio de compensation minimum est de 1 : 1 si la largeur et le type de cours d'eau (permanent, intermittent ou éphémère) sont équivalents (entre cours d'eau impacté et cours d'eau compensé).

Si une des conditions n'est pas remplie, le ratio de compensation minimum acceptable passe à 2 : 1, voire plus.

En complément des ratios minimums de compensation, s'ajoutent potentiellement de nombreux critères d'ajustement qui conduisent à une augmentation de ces derniers :

État initial / enjeux associés au milieu aquatique impacté

- Haute diversité biologique du site impacté (hausse du ratio de 50-100 %, voire plus).
- Complexité physique ou structurelle du site impacté (hausse du ratio de 20-50 %).
- Unicité écologique du site impacté (hausse du ratio de 50-100 %, voire plus).

Équivalence qualitative

- Utilisation de mesures compensatoires « out-of-kind » (compensation élaborée sur la base d'écosystèmes de types différents de ceux impactés) pour les impacts occasionnés (hausse du ratio de 100 %).

Proximité spatiale

- Augmentation de la distance entre le site de compensation et le site d'impact (hausse du ratio de 10 % tous les 16 km).
- Emplacement du site de compensation dans un bassin versant différent (HUC 8) du site impacté (hausse du ratio de 50 %).
- Emplacement du site de compensation dans une « éco-région » différente du site d'impact (hausse du ratio de 50 %).

Proximité temporelle

- Temps nécessaire à l'atteinte de la maturité fonctionnelle du site de compensation long (hausse du ratio de 20-300 %).
- Augmentation du décalage temporel entre les impacts et l'achèvement des activités de compensation (hausse du ratio de 20 % par année de retard).

Cohérence site de compensation

- Influences négatives et néfastes raisonnablement prévues sur les sites de compensation (activités humaines, utilisation des terres environnantes, prédation naturelle ou broutage, etc.) (hausse du ratio de 25 %).
- Incohérence à la source hydrologique du site de compensation (hausse du ratio de 100 %).
- Servitudes préexistantes, services existants, utilisations précédentes des terres du site de compensation (hausse du ratio liée à la surface de site encombrée par de telles restrictions).

Faisabilité, efficacité

- Nécessité d'amendement important ou de remplacement du sol pour rendre le site de compensation viable (hausse du ratio de 15 %).

Types d'actions écologiques

- Miser sur des stratégies d'amélioration ou de création, à la place d'une restauration hydro-morphologique (hausse du ratio de 20-50 %).
- Miser sur des actions de préservation en tant que compensation (hausse du ratio de compensation à 8:1 au minimum).

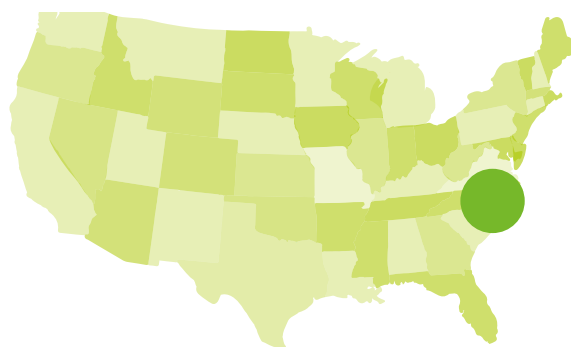
■ TERMES DÉFINIS – RAPPELS CONCEPTUELS

La compensation des impacts sur le lit des cours d'eau peut être réalisée de différentes manières et les actions suivantes peuvent être envisagées :

- restauration des conditions morphologiques d'un cours d'eau précédemment chenalisé, rescindé, rectifié, recalibré ou curé ;
- amélioration des habitats aquatiques ou restauration de la diversité des faciès d'écoulement (substrats, structures, mouilles, gros débris ligneux dans le lit du cours d'eau, etc.) ;
- restauration des caractéristiques du cours d'eau naturel, telles que des faciès d'écoulement (mouilles, radiers) ;
- restauration, amélioration, création ou protection des écosystèmes rivulaires ;
- augmentation du couvert forestier et de l'ombrage du cours d'eau ;
- mise en défens du cours d'eau par éloignement du bétail ;
- installation de structures de contrôle du débit ;
- restauration de la continuité écologique : effacement des barrages, seuils transversaux ou autres structures anthropiques constituant un obstacle à la circulation des espèces aquatiques ou contribuant à l'érosion des berges ;
- restauration de la continuité latérale : effacement ou arasement des digues ou barrages et restauration de la morphodynamique naturelle du cours d'eau ;
- installation de dispositifs de contrôle de l'érosion naturelle et des sédiments dans les secteurs érodés ;
- réduction ou élimination des sources de sédiments fins issues du bassin versant.

Fiche n° 6

Méthode semi-quantitative District de Wilmington 2003



■ FINALITÉ / PHILOSOPHIE DE LA MÉTHODE

Le document est à appréhender comme des **lignes directrices** relatives aux actions de compensation cours d'eau avec des préconisations de ratios liées à la qualité initiale du cours d'eau et à l'action retenue en tant que mesure compensatoire.

Le document est assez similaire aux lignes directrices de l'État du Tennessee (fiche 9); il n'apporte pas d'éléments complémentaires à l'exception de ratios différents (les prescriptions globales ne sont donc pas reprises ici).

■ PRESCRIPTIONS SPÉCIFIQUES AUX RATIOS

Le ratio de compensation est déterminé sur la base d'un tableau à double entrée (cf. Infra) conjuguant l'état initial du cours d'eau impacté et la nature des actions écologiques envisagées sur le site de compensation :

État initial du cours d'eau impacté

- Pauvre à passable : ratio 1 : 1
- Correct : ratio 2 : 1
- Excellent : ratio de 3 : 1

Niveaux de compensation

- Restauration : ratio 1 : 1
- Amélioration de niveau I : ratio 1 à 1,5 : 1
- Amélioration de niveau II : ratio 1,5 à 2,5 : 1
- Préservation : ratio 2,5 à 5 : 1

Les explications relatives aux niveaux de compensation sont abordées dans la fiche n° 9.

Partie 2 - Fiches de synthèse des méthodes

Pour 1 unité impactée		Restauration 1 : 1	Amélioration I 1 à 1,5 : 1	Amélioration II 1,5 à 2,5 : 1	Préservation 2,5 à 5 : 1
État initial du cours d'eau	Pauvre à passable 1 : 1	1	1 à 1,5	1,5 à 2,5	2,5 à 5
	Correct 2 : 1	2	2 à 3	3 à 5	5 à 10
	Excellent 3 : 1	3	3 à 4,5	4,5 à 7,5	7,5 à 15

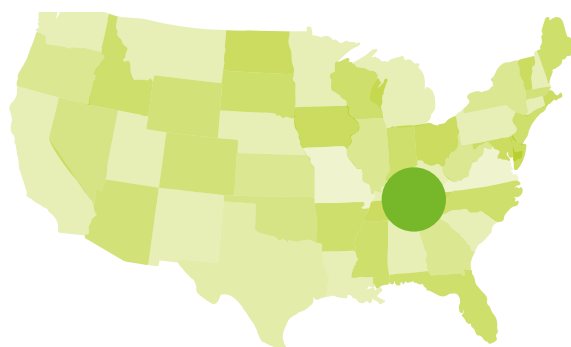
■ PRÉCONISATIONS COMPLÉMENTAIRES

Liste des suivis obligatoires

Avant la mise en œuvre des mesures compensatoires	- Surveillance de la qualité de l'eau - Suivi des macro-invertébrés
Année 0 (à l'achèvement de la mise en œuvre des mesures compensatoires)	- Bilan des actions réalisées (comprend un profil longitudinal)
Année 1	- Suivi des parcelles de végétation - Suivi de la stabilité du lit/de l'hydrologie - Surveillance de la qualité de l'eau (deux fois) - Suivi visuel (deux fois)
Année 2	- Suivi des parcelles de végétation - Suivi de la stabilité du lit/de l'hydrologie - Surveillance de la qualité de l'eau (deux fois) - Suivi visuel (deux fois)
Année 3	- Suivi des parcelles de végétation - Suivi de la stabilité du lit/de l'hydrologie - Surveillance de la qualité de l'eau (deux fois) - Suivi des macro-invertébrés - Suivi visuel (deux fois)
Année 4	- Surveillance de la qualité de l'eau (deux fois) - Suivi visuel (deux fois)
Année 5	- Suivi des parcelles de végétation - Suivi de la stabilité du lit/de l'hydrologie - Surveillance de la qualité de l'eau (deux fois) - Suivi des macro-invertébrés - Suivi visuel (deux fois)
Année 6	- Surveillance de la qualité de l'eau (deux fois) - Suivi visuel (deux fois)
Année 7	- Suivi des parcelles de végétation - Suivi de la stabilité du lit/de l'hydrologie - Surveillance de la qualité de l'eau (deux fois) - Suivi des macro-invertébrés - Suivi visuel (deux fois)

Fiche n° 7

Méthode semi-quantitative État du Kentucky 2007



■ FINALITÉ / PHILOSOPHIE DE LA MÉTHODE

Le document étudié n'est pas strictement une méthode mais se rapproche des **lignes directrices** dans lesquelles s'insèrent des préconisations relatives au calcul des « débits » et des « crédits ». Ce sont ces préconisations qui sont ici synthétisées.

■ DÉTERMINATION DES DÉBITS – CRITÈRES RETENUS - VALEURS

La détermination des « débits » est appréhendée comme le linéaire de cours d'eau perdu (en considérant une perte définitive).

■ DÉTERMINATION DES CRÉDITS – CRITÈRES RETENUS - VALEURS

La détermination des « crédits » est évaluée en multipliant la valeur accordée à une action particulière (variant de 0,1 pour de la préservation à 1 pour une restauration complète) par le linéaire traité.

1. Restauration complète (1): consiste à enlever des conduites ou des buses, à remettre à ciel ouvert des cours d'eau enterrés (remblayés, busés), à dé-bétonner le lit mineur de cours d'eau canalisés ou à enlever les barrages/digues. Ce type d'actions écologiques comprend la restauration complète des conditions hydro-morphologiques du cours d'eau en le **ramenant à ses conditions initiales naturelles**: respect des rapports de formes de référence pour ce type de cours d'eau, rétablissement du transport solide, diversification des habitats et rétablissement de la végétation rivulaire, etc.

2. Amélioration (0,8): consiste à enlever des conduites ou des buses, à remettre à ciel ouvert des cours d'eau enterrés (remblayés, busés), à dé-bétonner le lit mineur de cours d'eau canalisés et améliorer les conditions morphologiques du cours d'eau au **même endroit**, tout en restaurant les habitats aquatiques, les faciès d'écoulement ou le transport solide.

3. Restauration à grande échelle (0,8) : consiste à aménager un cours d'eau instable et dégradé, y compris les écosystèmes rivulaires associés et sujets aux inondations, en le ramenant à des conditions morphologiques naturelles, stables en considérant les facteurs récents et futurs du bassin versant, comme l'urbanisation. Cette méthode est fondée sur des conditions de référence établies au regard de la forme de la vallée, des conditions morphologiques, des dynamiques de transport solide, des habitats présents et de la végétation rivulaire.

4. Amélioration du cours d'eau (0,2 à 0,6) : implique des actions d'amélioration au sein du lit mineur du cours d'eau, des habitats aquatiques, de la stabilité du fond du lit, des faciès d'écoulement ou du transport solide, mais ne permet pas d'atteindre une restauration à grande échelle.

Les projets d'amélioration ont 3 composantes possibles qui peuvent être mises en œuvre individuellement ou conjointement :

- création / restauration d'écosystèmes rivulaires / zones ripariennes ;
- stabilisation des berges ;
- travaux au sein du lit mineur.

Chaque composante a une valeur de 0,2 crédit. Ainsi, le crédit obtenu est de 0,6 si toutes les composantes sont améliorées le long d'un tronçon donné de cours d'eau.

La création / restauration de zones ripariennes doit être de 7,6 m au minimum, perpendiculairement et à partir du niveau de débordement. Si la végétation riparienne est seulement établie le long d'un côté du cours d'eau, alors seulement la moitié des crédits sera attribuée (0,1).

La stabilisation des berges comprend le nivellement et le positionnement de matériaux sur une berge pour corriger des problèmes d'érosion ou de stabilité ainsi que l'abaissement des berges à la hauteur de débordement et l'excavation des plaines d'inondation. Seules les techniques de stabilisation et d'amélioration des habitats permettent l'obtention de crédits. Elles comprennent la bio-ingénierie, les fascines vivantes, la plantation d'arbres et l'amélioration de l'accès aux plaines d'inondation. Des revêtements durs comme de vastes enrochements, du béton, du mortier, des gabions ou des murs de soutènement ne recevront pas de crédits de compensation.

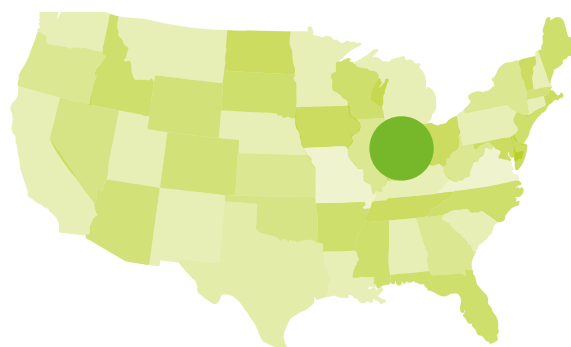
Les travaux au fond du lit mineur incluent : la reconfiguration de la section hydraulique et du profil en travers du cours d'eau pour améliorer le transport des sédiments et les dynamiques d'écoulement, l'amélioration des connexions avec le lit majeur (et les plaines inondables), l'installation de structures de contrôle du niveau du lit et la diversification des habitats aquatiques. Exemples : mise en place de blocs rocheux en U (« cross vanes »), enrochements en J, blocs rocheux, racines d'arbres, déflecteurs (structure triangulaire qui s'étend de la berge vers le fond du lit du cours d'eau pour diversifier l'écoulement) et radiers. Les raisons de l'ajout de ces structures doivent figurer avec les propositions.

5. Préservation (0,1) : lorsque la préservation d'un corridor de cours d'eau existant est proposée sans travaux supplémentaires sur le cours d'eau, une valeur de crédit de 0,1 est appliquée.

Nota : Toutes les activités de compensation ci-dessus exigent, pour recevoir les « crédits » de compensation, une sécurisation foncière pérenne de la zone de travaux.

Fiche n° 8

Méthode semi-quantitative
État de l'Ohio
2014



■ FINALITÉ/PHILOSOPHIE DE LA MÉTHODE

Le document étudié va au-delà d'une simple « méthode » et s'affiche comme un guide national. Il **cible en revanche deux modalités spécifiques de mise en œuvre des mesures de compensation, que sont les banques de compensation et les rémunérations de remplacement, mécanismes affichés comme étant à privilégier**. Il alterne ainsi entre « prescriptions méthodologiques » et éléments de méthode.

La méthode est très simple en termes de calcul des « débits » et « crédits », mais focalise sur l'exigence de résultat de la compensation avec une libération progressive des crédits (« au fur et à mesure de l'atteinte des résultats »).

■ CRITÈRES DE SÉLECTION DU SITE DE COMPENSATION

Les sites susceptibles d'accueillir des mesures compensatoires doivent être évalués sur la base de critères précis (à évaluer par le promoteur de la banque ou du programme) : stabilité du cours d'eau, connectivité des plaines d'inondation, composition des écosystèmes rivulaires, habitats du lit mineur, composition faunistique, chimie de l'eau, concentrations en nutriments, hydrologie, mode d'occupation des terres adjacentes, propriété foncière, additionnalité aux actions publiques, fonctionnalités uniques, substances dangereuses, actions inscrites dans les documents de planification, etc.

=> Ces critères visent à évaluer l'éligibilité du site de compensation et l'équivalence écologique qualitative.

■ DÉTERMINATION DES DÉBITS – CRITÈRES RETENUS - VALEURS

Le calcul des « débits » est très simple car il est basé sur un seul critère : le type de cours d'eau. 12 catégories de « type de cours d'eau » sont listées et pour chacune, un facteur variant de 1 à 3 est affiché (cf. Tableau infra). Le facteur retenu est à multiplier par la longueur du cours d'eau impacté (quelle que soit la nature de l'impact) pour déterminer un « débit » exprimé en unités.

Partie 2 - Fiches de synthèse des méthodes

Tableau de ratio des « débits »

Groupe	Type de cours d'eau	Ratio « débit »
1	Cours d'eau éphémères avec des substrats sableux, limoneux, boueux, argileux, artificiels	1:1
	Eaux à ressource limitée	1:1
	Cours d'eau éphémères avec des substrats rocheux, pavés, de graviers mélangés avec du sable	1,5:1
	Cours d'eau intermittents avec des substrats sableux, limoneux, boueux, argileux, artificiels	1,5:1
	Eaux chaudes modifiées et habitats d'eaux chaudes modifiées	1,5:1
2	Cours d'eau intermittents avec des substrats rocheux, pavés, de graviers mélangés avec du sable	2:1
	Eaux chaudes et habitats d'eau chaude	2:1
3	Cours supérieurs permanents/interstitiels – Habitats d'eau froide (généralement la superficie de la zone de drainage diminuée de 3 milles carré, 800 hectares)	3:1
	Eaux froides et habitats d'eau froide	3:1
	« Salmonidés saisonniers »	3:1
	Eaux exceptionnelles	3:1
	Eaux chaudes exceptionnelles	3:1

■ DÉTERMINATION DES CRÉDITS – CRITÈRES RETENUS - VALEURS

Le calcul des « crédits » est basé sur 4 types d'actions écologiques (restauration / amélioration, préservation, travaux et efforts supplémentaires sur les écosystèmes rivulaires) / éventuellement séparés en « niveaux ». 11 cas sont possibles au final et pour chacun un facteur variant de 1 à 16 est affiché (cf. Tableau infra). Le facteur retenu est à multiplier par le linéaire de cours d'eau de compensation pour déterminer un « crédit » exprimé en unités.

Les « crédits » ainsi calculés ne sont pas « acquis » au démarrage de l'action de compensation **mais libérés progressivement en fonction de l'évaluation des conditions du site en rapport avec les standards de performance figurant dans le rapport de suivi**. Pour se faire la méthode insiste sur trois points :

1. Plan de gestion adaptative : partie obligatoire du plan de compensation, le plan de gestion adaptative intègre la définition d'une stratégie de gestion visant à adapter les actions envisagées en fonction des modifications imprévues de l'état du site ou des autres composantes du projet de compensation. La gestion adaptative comprend des actions nécessaires pour répondre aux effets des circonstances modifiant les objectifs et la réussite à long terme de la compensation. Ces circonstances peuvent inclure le changement climatique, les incendies, les inondations (et autres catastrophes naturelles). Ce plan de gestion adaptative vient compléter la gestion à long terme du site de compensation.

2. Définition de standards de performance (= indicateurs d'efficacité et de résultats) : la méthode propose des exemples de standards relatifs à la stabilité du cours d'eau, à ses habitats, aux fonctions biologiques, à la composition physico-chimique de l'eau, à la restauration des écosystèmes rivulaires, etc.

Partie 2 - Fiches de synthèse des méthodes

3. Suivi : tous les sites de compensation du cours d'eau doivent être surveillés pour favoriser leur réussite et il est obligatoire de fournir des rapports écrits de restitution du suivi et des conclusions formulées. L'évaluation des sites de compensation doit utiliser des méthodes validées et fréquemment utilisées pour obtenir le type de données attendues. Le rapport de suivi doit documenter les conditions du site en lien avec l'atteinte des standards de performance. Le suivi doit être détaillé, précis et rigoureux scientifiquement. Il peut inclure la surveillance hydrologique du cours d'eau et des écosystèmes rivulaires, l'évaluation de la végétation des écosystèmes rivulaires, les données physico-chimiques et biologiques du cours d'eau et l'analyse des problèmes identifiés.

C'est au plan de compensation de proposer un échancier de libération des crédits. La méthode propose un exemple intégrant des échéances et des contrôles *in situ* de l'USACE. Exemple pour une opération de restauration : libération initiale de 10 % des crédits, 20 % à l'achèvement des travaux initiaux (plantations y compris), 20 % la 2^e année de suivi (sous réserve de fourniture des suivis et d'une bonne trajectoire du site au regard des objectifs fixés), 15 % la 4^e année, 15 % la 6^e, enfin 10 % les 8^e et 10^e années.

Tableau de ratio des « crédits »

Type d'actions écologique de compensation	Niveau d'activité	Ratio « crédit »
1. Restauration / Amélioration (intégrant des actions sur les écosystèmes rivulaires sur 15 m de part et d'autre du cours d'eau)	1 (cours d'eau permanents et intermittents)	Jusqu'à 2:1
	2 (cours d'eau permanents et intermittents)	Jusqu'à 1,75:1
	3 (tous types de cours d'eau)	Jusqu'à 1,5:1
	4 (tous types de cours d'eau)	Jusqu'à 1:1
2. Préservation (pour des ressources aquatiques présentant un fort intérêt écologique)	1 (cours d'eau du groupe 3 du tableau ci-dessus)	Jusqu'à 3:3
	2 (cours d'eau des groupes 1 et 2 du tableau ci-dessus)	Jusqu'à 6:1
3. Travaux sur les écosystèmes rivulaires	Rétablissement	Jusqu'à 2:1
	Réhabilitation	Jusqu'à 4:1
4. Efforts supplémentaires sur les écosystèmes rivulaires (largeur traitée comprise entre 15 et 46 m)	Rétablissement	Jusqu'à 4:1
	Réhabilitation	Jusqu'à 8:1
	Préservation	Jusqu'à 16:1

■ TERMES DÉFINIS – RAPPELS CONCEPTUELS

Plan de gestion adaptative

Il précise les procédures qui seront en place pour répondre aux changements éventuels de l'état du site. Le but d'un plan de gestion adaptative est d'identifier une stratégie de gestion et des mesures correctives au cas où le site ne fonctionnerait pas comme prévu. Il peut être envisagé comme un plan d'urgence qui donnera le détail des actions répondant aux problèmes spécifiques susceptibles

de se présenter et d'impacter la réussite à long terme de la compensation. Ces circonstances peuvent inclure le changement climatique, les incendies, les inondations, et d'autres catastrophes. Les points suivants doivent être intégrés dans le plan de gestion adaptative :

1. Contexte de la compensation : objectifs, standards de performance et méthodes de suivi ; description de la manière dont les données de suivi seront utilisées pour l'interprétation et le « reporting ».

2. Identification du problème : liste des problèmes susceptibles de survenir (causes et conséquences).

3. Action correctrice : description des actions correctrices qui seront menées pour corriger les problèmes identifiés (à l'étape 2). Présentation en complément d'un échéancier de mise en œuvre et de suivi de ces actions.

Exemple de trame de rapport de suivi d'une opération de compensation « cours d'eau »

Général

a. Chaque rapport devrait clairement identifier la période spécifique de suivi, ainsi que l'année civile pendant laquelle il a lieu. Le rapport devrait également présenter un résumé de l'état actuel, comparé aux informations issues des suivis des années précédentes à l'aide de graphiques et de tableaux montrant des tendances, etc.

b. Chaque rapport de suivi devrait contenir une liste des espèces plantées dans toutes les zones de compensation.

c. Le rapport de la 1^{re} année devrait inclure des vues en plan et des profils en travers de la zone de compensation, avec les emplacements et les types de plantations.

d. Les rapports annuels devraient contenir à minima des schémas reflétant les conditions actuelles, les mesures correctives mises en place, les modifications importantes de végétation, et d'autres informations pertinentes.

e. Chaque rapport annuel devrait contenir des illustrations (recueillies selon les instructions suivantes) :

- un nombre adéquat de points fixes d'observation doit être sélectionné, avec pas moins de 3 points par zone de compensation distincte, pour fournir des aperçus représentatifs de chaque zone. L'utilisation de piquets avec des numéros uniques pour désigner les zones prises en photos est recommandée ;
- les photos doivent être prises à partir de ces points, avec la même position et le même angle pendant toute la saison de végétation et durant chaque année de suivi. Les points d'observation fixés devraient être saisis par GPS, leurs coordonnées enregistrées et ensuite marquées sur la carte de base de suivi annuel ;
- des photos supplémentaires des secteurs d'intérêt au sein de chaque zone de compensation devraient être marquées sur la carte de base et fournies dans chaque rapport de suivi.

1. Schémas du site

Les rapports annuels devraient inclure au minimum les mesures du profil longitudinal et des sections transversales du cours d'eau. Ces mesures sont nécessaires pour déterminer la sinuosité, la longueur d'onde du méandre, sa largeur moyenne, son rayon de courbure, et sa longueur d'arc pour au moins 2 virages.

Mesures de sections transversales pouvant être incluses (basées sur les standards de performance) :

- largeur de débordement, profondeur maximale de débordement, largeur des zones inondables, ratio de retranchement, aire de la section transversale de débordement, hauteur de berge, et ratio largeur/hauteur de berge ;
- les mesures de sections transversales devraient comprendre 2 sections transversales permanentes et uniformes ou une section transversale pour 30 largeurs de débordement pour chaque analyse.

Les mesures de profils longitudinaux devraient :

- comprendre les mesures nécessaires à la détermination de la pente moyenne de la surface de l'eau et des pentes des zones peu profondes (« riffles ») et profondes (« pools ») ;
- fournir les données d'altitude pour le thalweg, la surface de l'eau, et le niveau de débordement sur le tronçon entièrement mesuré.

2. Prélèvement du substrat

Méthode spécifique pour le comptage des galets distribués proportionnellement le long du profil conformément aux pourcentages des caractéristiques du lit (60 % de « pools », 30 % de « riffles », et 10 % de « steps »). Le nombre total minimal de particules qu'il faut recueillir est de 100.

3. Évaluation de la stabilité du cours d'eau

À l'amont comme à l'aval des zones traitées, des observations sur le cours d'eau doivent être réalisées. Les signes des éventuels effets négatifs de la compensation tels que l'érosion excessive des berges, la sédimentation, le « headcutting », (formation de chutes abruptes), l'alluvionnement, le retranchement ou la dégradation sont notés dans le rapport annuel, et des actions correctrices doivent être mises en œuvre.

4. Chimie de l'eau

Le suivi des prélèvements d'eau devrait se focaliser sur certains contaminants inquiétants du site de compensation.

5. Suivi hydrologique

Les données du niveau de l'eau et de débits estimés devraient être rassemblées en mai, août au plus tard, de chaque année de suivi. Les niveaux d'eau souterraine devraient être mesurés en l'absence d'inondations. Les observations devraient être faites avec des débits habituels. Les événements pluvieux intenses ou les sécheresses qui se produisent directement dans le bassin versant, devraient également être consignés afin de pouvoir documenter le régime de débit du cours d'eau.

6. Suivi de la végétation

- a. La localisation et le nom de chaque population d'espèce végétale à l'intérieur de la zone de compensation devraient être marqués sur un schéma ou sur une photo aérienne à une échelle adéquate. La liste des espèces végétales devrait figurer dans le rapport.
- b. Pour les écosystèmes rivulaires boisés, les mesures forestières standards (fréquence, densité, prédominance, et importance) pour toutes les espèces ligneuses devraient être effectuées. Ces données devraient être tracées par rapport au temps pour montrer que chacune de ces zones se développe en un écosystème forestier fonctionnel. La végétation devrait être évaluée en utilisant des quadrats fixes (de 10 mètres sur 10).

7. Index d'évaluation qualitatif de l'habitat

Les évaluations de cet index devraient être effectuées chaque année.

8. Échantillonnage qualitatif des macro-invertébrés

L'échantillonnage des macro-invertébrés doit être mené pendant la période de mesure de l'index, qui s'étend du 15 juin au 30 septembre. L'échantillonnage doit être fait conformément aux guides techniques de référence sur le sujet. Il devrait être accompli dans les années précisées dans le plan de compensation et accompagné d'une analyse. Un échantillonnage qualitatif est approprié si la surface de drainage du cours d'eau est inférieure à 5 200 hectares mais supérieure à 250 hectares OU si le cours d'eau n'a pas un débit ou une profondeur suffisante pour recouvrir le lit pendant une période d'échantillonnage de 6 semaines.

9. Index de la communauté des invertébrés

Mêmes recommandations que pour l'échantillonnage qualitatif des macro-invertébrés. Cet indice doit être mobilisé si la surface de drainage des cours d'eau est supérieure à 250 hectares OU si les mouilles (« pools ») ont une profondeur supérieure à 40 cm ET si le cours d'eau a présenté un débit ou une profondeur suffisante pour recouvrir le lit pendant au moins 6 semaines.

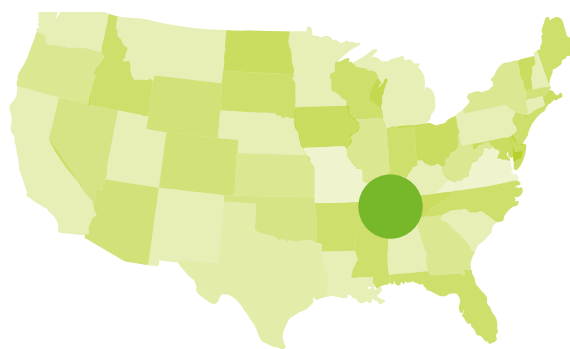
10. Index d'intégrité biotique

Les échantillonnages de poissons devraient être accomplis pendant la période de mesure de l'indice qui s'étend du 15 juin au 30 septembre. Mêmes recommandations que pour les deux rubriques précédentes concernant les guides techniques de référence sur le sujet.

11. L'échantillonnage des amphibiens doit se faire conformément à un protocole d'étude approuvé (par exemple, une enquête visuelle). Il doit être effectué dans les années précisées dans le plan de compensation.

Fiche n°9

Méthode semi-quantitative État du Tennessee 2004



■ FINALITÉ/PHILOSOPHIE DE LA MÉTHODE

Le document est à appréhender comme des **lignes directrices** relatives aux actions de compensation cours d'eau avec des préconisations de ratios liées au niveau d'altération subi par le cours d'eau et à l'action retenue en tant que mesure compensatoire.

Il contient une grille intéressante de l'évaluation de l'état du milieu qui a pour but de sélectionner un site plutôt dégradé pour mettre en œuvre la mesure compensatoire.

■ PRESCRIPTIONS GLOBALES

Les prescriptions spécifiques abordées dans le document concernent les points suivants :

Milieux aquatiques non dégradables

Le document rappelle que certaines eaux de surface sont protégées par la loi (compte tenu notamment des services écosystémiques qu'elles fournissent) et que des activités entraînant des dégradations peuvent ne pas y être autorisées. De plus, celles engendrant des impacts irréversibles (ou réversibles mais sur du long terme uniquement) sont interdites sur les eaux de surface de bonne qualité.

Intensité des impacts

Trois niveaux sont pris en compte :

- Impact de niveau III (activités entraînant une perte (presque) complète des fonctions du cours d'eau) :

- ouvrages de franchissement hydraulique (OH) avec assise en lit mineur et en berge (buse, pont cadre) :
 - longueurs cumulées OH sur un même cours d'eau < 60 m : OH autorisés sans mesures compensatoires,
 - longueurs cumulées OH sur un même cours d'eau \geq 60 m : OH autorisés avec mesures compensatoires ;
- perte sèche de linéaire du cours d'eau à cause de comblement, remblais, dérivation de cours d'eau ;
- canalisation du cours d'eau (bétonnage du fond du lit mineur et des berges).

- Impact de niveau II (activités entraînant des pertes modérées des fonctions des cours d'eau) :

- consolidation du lit mineur à l'aide d'enrochements (fond du lit mineur et des berges) :
 - linéaire enroché cumulé sur un même cours d'eau < 15 m : enrochements autorisés sans mesures compensatoires,
 - linéaire enroché cumulé sur un même cours d'eau ≥ 15 m : enrochements autorisés avec mesures compensatoires;
- modification des profils en long et en travers du lit mineur augmentant considérablement la section hydraulique pour diminuer la fréquence du débit de crue au-delà duquel le lit déborde (débit à plein bord);
- consolidation des 2 berges du lit mineur du cours d'eau à l'aide d'enrochements ou autres dispositifs « durs » (béton, palplanches, etc.);
- endiguements : les endiguements jusqu'à 150 m de cours d'eau intermittents n'exigent pas de mesures compensatoires.

- Impact de niveau I (activités moins impactantes mais exigeant néanmoins des mesures compensatoires) :

- perte de canopée sur les rives (le long des dérivations de cours d'eau par exemple);
- modification des conditions morphologiques du lit mineur (pente, sinuosité, profils en long et en travers, section hydraulique et/ou faciès d'écoulement dont alternance radier/mouille, etc.);
- imperméabilisation ou mise en place de revêtements synthétiques le long des berges et des rives.

Niveaux de compensation selon les actions écologiques envisagées

- **Remplacement** : concerne le remplacement d'ouvrages hydrauliques existants et/ou les lits canalisés par des ouvrages sans assise dans le lit mineur et une restauration morphologique du lit mineur anciennement impacté. Le cours d'eau recevant les mesures compensatoires doit être restauré en un chenal naturel dont les conditions morphologiques sont équivalentes à celles des conditions de référence pour ce type de cours d'eau. Ce type de restauration comprend généralement la reconstitution d'un lit mineur, de sa pente, de sa sinuosité, de ses profils en long et en travers, etc., ainsi que des rives si les conditions du bassin versant le permettent. Ces travaux peuvent engendrer une augmentation du linéaire du cours d'eau.

- **Restauration** : l'action consiste à reconstituer un cours d'eau fortement dégradé (y compris ses rives adjacentes et les zones inondables) vers un état naturel stable basé sur ses conditions morphologiques de référence. La restauration comprend généralement la reconstitution de la configuration appropriée du cours d'eau, de sa pente, de sa sinuosité, de ses profils en long et en travers, etc., et des écosystèmes rivulaires si les conditions du bassin versant le permettent. Si la restauration comprend une augmentation du linéaire du cours d'eau, et que cette augmentation est à l'origine d'un état cohérent avec les conditions naturelles de référence, alors l'allongement du cours d'eau est considéré comme du « remplacement ».

- **Amélioration de niveau II** : les actions comprennent à la fois une restauration importante des berges, la diversification voire la création d'habitats au sein du lit mineur et le rétablissement d'une végétation herbacée et ligneuse au sein des deux rives du cours d'eau.

- **Amélioration de niveau I** : toute combinaison partielle de restauration / renaturation des berges, de mise en défens du lit mineur (contre le piétinement du bétail), de diversification des habitats au sein du lit mineur et de restauration des deux rives du cours d'eau. Si les actions comprennent toutes ces mesures simultanément, alors les mesures compensatoires sont considérées comme une amélioration de niveau II.

- **Préservation** : la préservation d'un cours d'eau menacé, unique ou écologiquement important peut être éligible à la compensation, si cette action constitue une composante d'un projet de « remplacement » ou de « restauration ». Les cours d'eau de bonne qualité, relativement peu perturbés, permettent d'obtenir des crédits de compensation au titre de la « préservation » si et seulement si le site (1) est soumis à une forte pression anthropique, généralement dans des environnements urbanisés ; et/ou (2) accueille des espèces en danger inféodées au cours d'eau préservé. Les projets de préservation exigent une servitude de conservation perpétuelle qui limite toute altération du lit mineur et de l'écosystème rivulaire associé. La largeur de la zone tampon obligatoire pour obtenir des crédits de compensation est généralement supérieure à la zone tampon riparienne obligatoire pour les projets de restauration/amélioration. Aucun crédit « préservation » n'est autorisé au titre de la compensation si la menace sur le cours d'eau vient du même maître d'ouvrage que celui qui propose de le préserver ou de la banque de compensation.

Sélection du site de compensation

La sélection du site de compensation doit se concentrer sur les cours d'eau considérablement dégradés au plus près du site impacté. Seuls les tronçons de cours d'eau obtenant un score d'évaluation de l'habitat inférieur à 75 % des conditions de référence sont considérés comme « perturbés » et sont susceptibles d'être retenus pour mettre en œuvre des mesures compensatoires. Le score d'évaluation de l'habitat obtenu doit être comparé avec la moyenne du score de référence du cours d'eau. Cf. Infra la grille d'évaluation des habitats adaptée à un cours d'eau à forte pente.

Exigences de suivi

Le suivi est obligatoire pour tous les projets de compensation des cours d'eau. L'objectif du suivi est de quantifier le succès d'un projet de compensation. Le succès des projets doit être garanti et documenté dans des rapports de suivi annuel sur une période de 3 à 5 ans après l'achèvement du projet. La nature des actions écologiques effectuées sur le site de compensation détermine le type de suivi à mettre en place.

- Niveau I des exigences de suivi (3 ans)

- Description et photos des conditions d'avant-projet.
- Évaluation des habitats avant-projet.
- Description annuelle et photos.
- Étude de la végétation riparienne annuelle.
- Évaluation de l'habitat après projet à la fin de la période de suivi obligatoire.

- Niveau II des exigences de suivi (5 ans)

- Idem niveau I mais sur deux ans de plus.

- Niveau III des exigences de suivi (5 ans)

Partie 2 - Fiches de synthèse des méthodes

- Description et photos des conditions d'avant-projet.
- Évaluation des habitats avant-projet.
- Description annuelle et photos.
- Étude de la végétation riparienne annuelle.
- Étude annuelle de la morphologie du cours d'eau (profils en travers et en long).
- Évaluation de l'habitat après projet à la fin de la période de suivi obligatoire.

Actions écologiques	Exigences de suivi
Amélioration de niveau I / Préservation	Niveau I
Amélioration de niveau II	Niveau II
Remplacement / Restauration	Niveau III

■ PRESCRIPTIONS SPÉCIFIQUES AU RATIO DE COMPENSATION

Pour 1 unité impactée	Remplacement 1 : 1	Restauration 1,5 : 1	Amélioration II 3 : 1	Amélioration I 4-6 : 1	Préservation 10-60 : 1
Impact de niveau III 1 : 1	1	1,5	3	4 à 6	10 à 60
Impact de niveau II 0,75 : 1	0,75	1,125	2,25	3 à 4,5	7,5 à 45
Impact de niveau I 0,5 : 1	0,5	0,75	1,5	1,6 à 3	5 à 30

■ PRÉCONISATIONS COMPLÉMENTAIRES

Grille d'évaluation de l'état du milieu

Paramètres « habitats »	Catégories d'état			
	Optimal	Sous-optimal	Marginal	Pauvre
1. Capacité biogène du substrat / couverture disponible	Plus de 70 % du substrat favorable à la colonisation par le benthos et les poissons ; présence de débris ligneux grossiers, rondins immergés, pavés permettant une colonisation complète	40-70 % d'habitats stables, bien adaptés à une colonisation complète ; habitats adéquats pour le maintien des populations ; présence de substrat supplémentaire à partir de l'automne, mais pas encore prêt à être colonisé	20-40 % d'habitats stables ; disponibilité faible ; substrats fréquemment perturbés ou érodés	Moins de 20 % d'habitats stables ; le manque d'habitats est manifeste ; substrat instable
SCORE	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1

.../...

Partie 2 - Fiches de synthèse des méthodes

Grille d'évaluation de l'état du milieu (suite)

Paramètres « habitats »	Catégories d'état			
	Optimal	Sous-optimal	Marginal	Pauvre
2. Taux de colmatage du fond du lit mineur	Graviers, gros cailloux, et particules rocheuses sont recouverts entre 0 et 25 % par des sédiments fins. La couche de gros cailloux est un espace de niche pour la biodiversité	Graviers, gros cailloux, et particules rocheuses sont recouverts entre 25 et 50 % par des sédiments fins	Graviers, gros cailloux, et particules rocheuses sont recouverts entre 50 et 75 % par des sédiments fins	Graviers, gros cailloux, et particules rocheuses sont recouverts entre 76 et 100 % par des sédiments fins
SCORE	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1
3. Faciès d'écoulement	Les 4 faciès d'écoulement sont présents (mouille, plat, radier, rapide) Lent = < 0,3 m/s Profond = > 0,5 m	3 faciès sur 4 sont présents (si le faciès radier est absent, score plus faible)	2 faciès sur 4 sont présents (si les faciès radier ou plat sont absents, score plus faible)	Dominé par un seul faciès d'écoulement (généralement plat profond/mouille)
SCORE	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1
4. atterrissement, dépôt d'alluvions	Peu ou pas d'agrandissement des îles ou de dépôts alluvionnaires et moins de 5 % (moins de 20 % pour les cours d'eau à faible pente) du fond concerné par de la sédimentation	Augmentation des formations de dépôts d'alluvions [surtout graviers, sables, ou sédiments fins]; 5-30 % (20-50 % pour les cours d'eau à faible pente) du fond concerné; faibles dépôts dans les mouilles	Dépôts modérés de graviers, sables, sédiments fins sur des atterrissements anciens et récents; 30-50 % (50-80 % pour les cours d'eau à faible pente) du fond concerné; dépôts de sédiments dans les zones de rétrécissements, les méandres; dépôts modérés dans les mouilles	Dépôts importants de matériaux fins, augmentation du développement des atterrissements; plus de 50 % (80 % pour les cours d'eau à faible pente) du fond est fréquemment modifié; les mouilles sont presque absentes car comblées par ces dépôts de sédiments
SCORE	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1
5. État de l'écoulement dans le lit	L'eau atteint la base des deux berges, une quantité minimale de substrat du lit est exondée	L'eau occupe plus de 75 % du lit disponible; ou 25 % du substrat du lit est exposé	L'eau occupe 25-75 % du lit disponible, et/ou la plupart du substrat des radiers est exposé	Très peu d'eau dans le lit; elle est surtout présente dans les mouilles permanentes
SCORE	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1
6. Niveau d'altération/dégradation/destruction du lit mineur	Rectification, rescindement, consolidation ou curage absent ou minime; cours d'eau avec une configuration normale	Consolidation présente, généralement dans les zones des culées de ponts; des traces de curage dans le passé peuvent être présentes, mais absence d'impacts récents	La consolidation des berges peut être importante et est présente sur les deux berges; 40 à 80 % du tronçon de cours d'eau est canalisé ou dégradé	Berges consolidées avec des enrochements, gabions, palplanches, plaques béton, etc.; plus de 80 % du tronçon de cours d'eau est canalisé ou dégradé. Habitats du cours d'eau fortement altérés ou entièrement supprimés
SCORE	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1

Partie 2 - Fiches de synthèse des méthodes

Grille d'évaluation de l'état du milieu (suite)

Paramètres « habitats »	Catégories d'état			
	Optimal	Sous-optimal	Marginal	Pauvre
7. Fréquence des radiers, milieux lotiques	Fréquence des radiers relativement importante ; ratio distance entre les radiers/largeur du lit mineur < 7 : 1 (généralement 5-7) ; la diversité en habitats est élevée. Dans les cours d'eau où les radiers sont continus, la concentration en blocs rocheux est dense	Fréquence des radiers faible ; 7 < ratio distance entre les radiers/largeur du lit mineur < 15	Radiers ou méandres occasionnels ; le fond du lit du cours d'eau fournit des habitats ; 15 < ratio distance entre les radiers/largeur du cours d'eau < 25	Eaux calmes essentiellement ou radiers superficiels ; habitats pauvres ; ratio distance entre les radiers/largeur du cours d'eau > 25
SCORE	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1
8. Stabilité des berges	Berges stables ; traces d'érosion absentes ou minimes ; faible potentiel d'évolution à venir ; linéaire de berges érodées < 5 %	Berges moyennement stables ; petites et rares zones d'érosion dont la plupart se rétablissent ; 5 % < linéaire de berges érodées < 30 %	Berges moyennement instables ; fort potentiel d'érosion pendant les crues ; 30 % < linéaire de berges érodées < 60 %	Berges instables ; beaucoup de zones d'érosion ; zones « brutes/à vif » fréquentes le long de sections rectilignes et de méandres ; berges s'envasant manifestement ; 60 % < linéaire de berges érodées < 100 %
SCORE Berge gauche	10 9	8 7 6	5 4 3	2 1 0
SCORE Berge droite	10 9	8 7 6	5 4 3	2 1 0
9. Protection végétale	Plus de 90 % des écosystèmes rivulaires et de la ripisylve couverts par de la végétation locale, y compris arbres, buissons des sous-bois, macrophytes non ligneux ; ruptures de végétation minimes à travers le pâturage ou la fauche ; presque toutes les plantes poussent naturellement	Entre 70 et 90 % des écosystèmes rivulaires couverts par de la végétation locale, mais une classe de plantes n'est pas bien représentée ; interruption végétale perceptible ; plus de la moitié de la hauteur des résidus de plantes (qui sont non pâturées) reste	Entre 50 et 70 % des écosystèmes rivulaires couverts de végétation ; interruption végétale manifeste ; parcelles de sol nu ou végétation rase ; moins de la moitié de la hauteur des résidus de plantes reste	Moins de 50 % des écosystèmes rivulaires couverts de végétation ; l'interruption de la végétation des écosystèmes rivulaires est très élevée
SCORE Rive gauche	10 9	8 7 6	5 4 3	2 1 0
SCORE Rive droite	10 9	8 7 6	5 4 3	2 1 0
10. Largeur de la ripisylve	Largeur ripisylve > 18 m ; les activités humaines (parkings, plates-formes routières, coupes rases, pelouses, ou cultures) n'ont pas impacté la zone	12 < largeur ripisylve < 18 m ; les activités humaines ont à peine impacté la zone	6 < largeur ripisylve < 12 m ; les activités humaines ont énormément impacté la zone	Largeur ripisylve < 6 m : peu ou pas de végétation sur les rives à cause d'activités humaines
SCORE Rive gauche	10 9	8 7 6	5 4 3	2 1 0
SCORE Rive droite	10 9	8 7 6	5 4 3	2 1 0

Chapitre 3

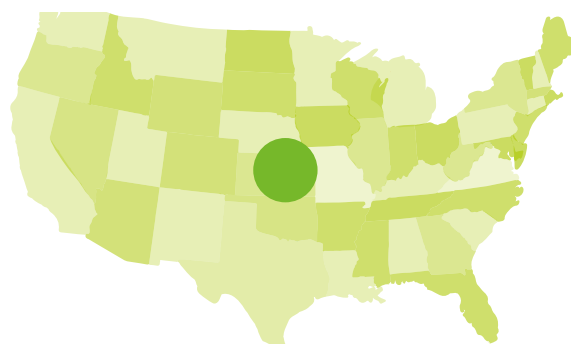
Les méthodes quantitatives

Fiche n° 10

Méthode quantitative

District du Kansas

2010



■ FINALITÉ/PHILOSOPHIE DE LA MÉTHODE

La méthode compare les « crédits » issus de la compensation envisagée et les « débits » engendrés par un projet. Elle permet de vérifier l'éligibilité des mesures proposées au titre de la compensation, celle-ci n'étant possible que si les « crédits » totaux générés sont supérieurs ou égaux aux « débits ». Cette méthode précise en outre qu'**au minimum un quart des « crédits » doit être apporté par des actions écologiques menées dans le lit mineur du cours d'eau.**

■ DÉTERMINATION DES DÉBITS – CRITÈRES RETENUS - VALEURS

Les « débits » sont déterminés via six critères d'ajustement. Pour chacun d'entre eux, plusieurs cas sont proposés et une valeur est associée à chaque cas. Les valeurs retenues pour chaque critère sont d'abord additionnées, puis le résultat est multiplié par le linéaire de tronçon impacté pour déterminer les « débits » associés à chaque tronçon impacté. La méthode est à répéter tronçon par tronçon le cas échéant pour évaluer les débits totaux (cf. Infra tableau des critères d'évaluation des « débits » et feuille de calcul des « débits »).

- **Type de cours d'eau impacté**²⁰: éphémère (0,4) / intermittent avec bassins saisonniers (0,6) / permanent (0,8).

- **Niveau d'enjeux du cours d'eau impacté**: prioritaire (0,8) / secondaire (0,4) / tertiaire (0,1).

- **État actuel**: tronçon de cours d'eau hautement fonctionnel (5*type de cours d'eau) / moyennement fonctionnel (0,8*type de cours d'eau) / perturbé fonctionnellement (0,1*type de cours d'eau).

- **Durée de l'impact**: temporaire, soit moins d'un an (0,05) / de court terme (0,1) / permanent, soit plus de deux ans (0,3).

20. Pour chaque critère utilisé, sont ci-après listées les différentes catégories proposées par la méthode avec, entre parenthèses, la valeur associée à chaque catégorie. Par exemple, pour ce premier critère « type de cours d'eau impacté », il existe trois catégories possibles. Si l'impact concerne un cours d'eau permanent, alors la valeur 0,8 est retenue pour ce critère.

Partie 2 - Fiches de synthèse des méthodes

- **Type d'activité à l'origine de l'impact** : 10 catégories d'impacts sont identifiées dont 9 le sont déjà dans la méthode de l'État de l'Illinois (n° 11) et avec les mêmes valeurs allant de 0,05 à 2,5. La dixième activité concerne des zones temporairement inondées par un dispositif d'écrêtement des crues (0,4).

- **Cumul de l'impact** : facteur multiplicateur lié au linéaire total de cours d'eau impacté (0,0003 multiplié par la longueur impactée par le type d'activité).

La somme initiale de chacun des critères (hors « cumul de l'impact ») est au minimum de 0,64 et au maximum de 8,40.

Tableau des critères d'évaluation des « débits »

Critères	Options									
Type de cours d'eau	Éphémère / intermittent sans « bassins saisonniers » 0,4			Intermittent avec « bassin saisonnier » 0,6			Permanent 0,8			
Niveau d'enjeux du cours d'eau impacté	Tertiaire 0,1			Secondaire 0,4			Prioritaire 0,8			
État actuel	Perturbé fonctionnellement Type de cours d'eau x 0,1 = 0,04 ; 0,06 ou 0,08			Moyennement fonctionnel Type de cours d'eau x 0,8 = 0,32 ; 0,48 ou 0,64			Hautement fonctionnel Type de cours d'eau x 5,0 = 2 ; 3 ou 4			
Durée de l'impact	Temporaire (moins d'un an) 0,05			De court terme (1 à 2 ans) 0,1			Permanent (plus de 2 ans) 0,3			
Activité à l'origine de l'impact)	Défrichage 0,05	OA ou OH sans assise en lit mineur (viaduc, pont poutre). Installation d'un gazoduc (ou autre ouvrage) engendrant un impact provisoire 0,15	Busage partiel** 0,3	Zone temporairement inondée par dispositif d'écrêtement des crues* 0,4	Protection, consolidation des berges 0,5	Seuils dérivant le cours d'eau au-delà du Qpb (bassin écrêteur) 0,75	Rectification, recalibrage, rescindement, curage 1,5	Seuil transversal 2,0	Busage complet** 2,2	Remblai, dérivation 2,5
Impact cumulé	0,0003 multiplié par le linéaire de cours d'eau impacté									

* Dans ce cas, le linéaire considéré correspond au linéaire de cours d'eau situé en amont de l'ouvrage ou du bassin écrêteur et temporairement inondé du fait de cet ouvrage.

** Un busage partiel correspond à un ouvrage hydraulique (OH) de moins de 30 m de long et qui ne modifie pas les vitesses d'écoulement entre l'amont et l'aval. Un busage complet correspond à un OH de plus de 30 m de long OU modifiant les vitesses d'écoulement entre l'amont et l'aval.

Partie 2 - Fiches de synthèse des méthodes

Feuille de calcul des « débits »

Critères	Impact 1	Impact 2	Impact 3	Impact 4	Impact 5...
Type de cours d'eau					
Niveau d'enjeux du cours d'eau					
État actuel					
Durée de l'impact					
Activité à l'origine de l'impact					
Impact cumulé					
Somme des valeurs retenues pour chaque critère (Sd)					
Linéaire de cours d'eau impacté (LI)					
Débits (D) = Sd* LI					

Total des « débits » = $\sum(D) =$

■ DÉTERMINATION DES CRÉDITS – CRITÈRES RETENUS - VALEURS

Dans cette méthode, les mesures compensatoires « cours d'eau » ne sont pas limitées aux lits mineurs stricto-sensu mais intègrent les actions portant sur les corridors adjacents ou écosystèmes rivulaires.

Les « crédits totaux » sont évalués via des « crédits cours d'eau (lit mineur) » et des « crédits écosystèmes rivulaires ». Les critères proposés peuvent être communs ou spécifiques à ces deux milieux.

Pour chaque critère, plusieurs cas sont proposés auxquels une valeur est associée. Les valeurs retenues sont d'abord additionnées puis le résultat est multiplié par le linéaire de tronçon traité au titre de la compensation (cf. Infra tableau des critères d'évaluation des « crédits » et feuille de calcul des « crédits »).

Critères communs « cours d'eau » et « écosystèmes rivulaires »

- **Type de cours d'eau** : (la valeur associée à chaque niveau est différente selon que l'on s'intéresse au cours d'eau (CE) ou aux écosystèmes rivulaires (ER)) : éphémère (0,2 pour les CE et 0,05 pour les ER) / intermittent avec bassins saisonniers (0,4 pour les CE et 0,2 pour les ER) / permanent (de 0,4 à 1 pour les CE en fonction de leur largeur et 0,4 pour les ER).

- **Niveau d'enjeux du cours d'eau sur lequel porte la compensation** : prioritaire (0,4) / secondaire (0,2) / tertiaire (0,05).

- **Échéancier de mise en œuvre de la mesure compensatoire** : trois programmes sont proposés (ce critère s'applique dans tous les cas sauf pour des actions de protection des écosystèmes rivulaires) mais la valeur associée à chaque niveau est différente selon que l'on s'intéresse au cours d'eau (CE) ou aux écosystèmes rivulaires (ER). Soit moins de 75 % des actions de compensation seront terminées avant ou en même temps que les impacts (calendrier 3 : 0 pour les CE et les ER) / soit au moins 75 % des actions de compensation seront terminées et approuvées avant ou en même temps que les impacts (calendrier 2 : 0,1 pour les CE et 0,05 pour les ER) / soit 100 % des actions de compensation sont terminées avant que les impacts ne se produisent (calendrier 1 : 0,3 pour les CE et 0,15 pour les ER).

Partie 2 - Fiches de synthèse des méthodes

- **Sécurisation foncière** : les actions de compensation doivent être sécurisées « à perpétuité ». Ce critère concerne l'outil foncier qui sera utilisé. Seuls deux cas sont retenus : protection du site non assurée par un tiers (0,1 pour les CE et 0,05 pour les ER) ou assurée par des tiers via une servitude de conservation ou cession à un organisme de conservation à but non lucratif (0,4 pour les CE et 0,2 pour les ER).

Critères spécifiques « cours d'eau »

- **État actuel du cours d'eau sur lequel porte la compensation** : tronçon de cours d'eau moyennement fonctionnel (0,05) / perturbé fonctionnellement (0,4).

- **Plus-value écologique** : elle peut être considérée comme importante (3,5) / modérée (2) / faible (1).

Critères spécifiques « écosystèmes rivulaires »

- **Action réalisée** : une valeur différente est accordée en fonction de l'action retenue (création et restauration ou amélioration ou préservation) et de la largeur traitée, comme dans le cas de la méthode de l'État de l'Illinois, mais les valeurs retenues pour chaque cas sont globalement plus faibles (de 0,04 à 0,56).

- **Bonus « action réalisée sur les deux rives »** : si l'action réalisée concerne les deux rives, alors une valeur supplémentaire constituée par la moyenne des valeurs de l'action réalisée sur chacune des deux rives est retenue.

- **Décalage temporel** : ce critère vise à prendre en compte la durée requise pour atteindre un niveau de capacité fonctionnelle comparable à celui qui existait sur le site impacté. 4 possibilités : moins de 5 ans (0) / entre 5 et 10 ans (-0,1) / entre 10 et 20 ans (-0,2) / plus de 20 ans (-0,3).

La somme initiale de chacun des critères pour les cours d'eau est au minimum de 1,4 et au maximum de 6.

La somme initiale de chacun des critères pour les écosystèmes rivulaires (hors « bonus deux rives ») est au minimum de 0 et au maximum de 1,71.

Facteur de compensation

Seuls deux cas sont retenus. La mesure compensatoire respecte l'équivalence géographique et écologique (facteur de 1). Par contre si la mesure compensatoire ne respecte pas les conditions d'équivalence géographique souhaitées (même bassin versant) ou ne respecte pas totalement les conditions d'équivalence écologique, alors un facteur de 0,5 doit être appliqué.

Crédits supplémentaires

La méthode prévoit que des opérations comme le remplacement de buses ou la suppression de seuils permettent d'obtenir des crédits supplémentaires du fait de la plus-value écologique engendrée par la suppression d'un obstacle à l'écoulement. Ce « crédit » est de **5000 X type du cours d'eau X plus-value** (faible, modérée ou importante) (cf. Tableau infra):

Partie 2 - Fiches de synthèse des méthodes

Tableau des « crédits supplémentaires » liés à la suppression d'un obstacle à l'écoulement

Plus-value	Type de cours d'eau					
	Éphémère / intermittent sans « bassins saisonniers » 0,2	Intermittent avec « bassin saisonnier » 0,4	Largeur moyenne des cours d'eau permanents			
			Inférieur à 4,5 m 0,4	Entre 4,5 et 9 m 0,6	Entre 9 et 15 m 0,8	Supérieur à 15 m 1,0
Faible 1,0	1000	2000	2000	3000	4000	5000
Moyenne 2,0	2000	4000	4000	6000	8000	10000
Importante 3,5	3500	7000	7000	10500	14000	17500

Tableau des critères d'évaluation des « crédits »

Critères	Options					
	Cours d'eau					
Type de cours d'eau	Éphémère / Intermittent sans « bassins saisonniers » 0,2	Intermittent avec « bassins saisonniers » 0,4	Inférieur à 4,5 m 0,4	Entre 4,5 et 9 m 0,6	Entre 9 et 15 m 0,8	Supérieur à 15 m 1
Niveau d'enjeux	Tertiaire 0,05		Secondaire 0,2		Prioritaire 0,4	
État actuel	Perturbé fonctionnellement 0,4				Moyennement fonctionnel 0,05	
Plus-value écologique	Faible 1,0		Modérée 2,0		Importante 3,5	
Sécurisation foncière**	L'USACE a approuvé la protection du site non assurée par un tiers 0,1			L'USACE a approuvé la protection du site assurée par un tiers, ou le transfert de propriété à une ONG 0,4		
Calendrier des mesures compensatoires	Calendrier 1 0,3		Calendrier 2 0,1		Calendrier 3 0	
Écosystèmes rivulaires						
Type de cours d'eau	Éphémère/Intermittent sans « bassins saisonniers » 0,05		Intermittent avec « bassins saisonniers » permanents 0,2		Permanents 0,4	
Niveau d'enjeux du cours d'eau	Tertiaire 0,05		Secondaire 0,2		Prioritaire 0,4	
Plus-value écologique (pour chaque côté du cours d'eau)*	Critères de création, d'amélioration, de restauration et de préservation des écosystèmes rivulaires (tableau spécifique)					
Bonus « deux rives »	Condition : Largeur minimale restaurée ou protégée des deux côtés à respecter Calcul : (Plus-value écologique côté A + plus-value écologique côté B)/2					
Sécurisation foncière**	L'USACE a approuvé la protection du site non assurée par un tiers 0,05			L'USACE a approuvé la protection du site assurée par un tiers, ou le transfert de propriété à une ONG 0,2		
Calendrier des mesures compensatoires (chaque côté du cours d'eau)	Calendrier 1 0,15		Calendrier 2 0,05		Calendrier 3 0	
Décalage temporel	Plus de 20 ans -0,3		Entre 10 et 20 ans -0,2		Entre 5 et 10 ans -0,1	Moins de 5 ans 0

* Une valeur différente est accordée en fonction de l'action retenue (création et restauration ou amélioration ou préservation) et de la largeur traitée. Notons qu'une action doit être mise en œuvre sur plus de 15,2 m de large d'écosystème rivulaire pour générer des crédits. La valeur à retenir va donc de 0,04 (pour une action de préservation mise en œuvre sur une largeur de 15,2 m au minimum et inférieure à 22,9 m) à 0,56 (pour une action de création et restauration mise en œuvre sur une largeur supérieure ou égale à 91,5 m). Des adaptations concernant la largeur minimale à traiter peuvent être retenues en fonction de la topographie ou pour des petits cours d'eau.

** Les sites de compensation doivent être sécurisés « à perpétuité ».

Partie 2 - Fiches de synthèse des méthodes

Feuille de calcul des crédits « cours d'eau »

Critères	Gain 1	Gain 2	Gain 3	Gain 4	Gain 5	Gain 6...
Type de cours d'eau						
Niveau d'enjeux						
État actuel						
Plus-value écologique						
Sécurisation foncière						
Calendrier des mesures compensatoires						
Somme des valeurs retenues pour chaque critère (Sc)						
Linéaire de cours d'eau traité (LT)						
Facteur de compensation (Fc)						
Crédits supplémentaires A						
Crédits « cours d'eau » (C_{CE}) = (Sc × LT × Fc) + A						

Crédits totaux générés « cours d'eau » $C_{CE} = \sum(C_{CE})$

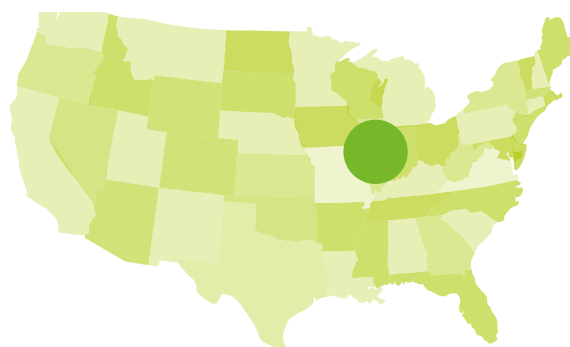
Feuille de calcul des crédits « écosystèmes rivulaires »

Critères	Gain 1	Gain 2	Gain 3	Gain 4	Gain 5...
Type de cours d'eau					
« Niveau d'enjeux du cours d'eau »					
Plus-value écologique	Rive A				
	Rive B				
« Bonus deux rives »					
Sécurisation foncière					
Calendrier des mesures compensatoires	Rive A				
	Rive B				
Décalage temporel					
Somme des valeurs retenues pour chaque critère (Sc)					
Linéaire traité de rives (LTr) - ne pas compter chaque rive séparément					
Facteur de compensation (Fc)					
Crédits « écosystèmes rivulaires » (C_{ER}) = (Sc × LTr × Fc)					

Crédits totaux générés « écosystèmes rivulaires » $C_{ER} = \sum(C_{ER})$

Fiche n° 11

Méthode quantitative État de l'Illinois 2010



■ FINALITÉ/PHILOSOPHIE DE LA MÉTHODE

La méthode est présentée comme rapide. Les objectifs de compensation, la sélection du site, les informations de base, les alternatives, l'analyse de données, l'état du bassin versant et la faisabilité des actions écologiques doivent être examinés pendant l'instruction du dossier en tant que composantes du plan de compensation avant l'application de cette méthode. L'utilisation de la méthode est obligatoire quel que soit le mécanisme de compensation envisagé (banque, rémunération de remplacement ou mise en œuvre par le pétitionnaire) et complémentaire aux exigences fixées par la loi sur la compensation de 2008.

La méthode compare les « crédits » issus de la compensation projetée et les « débits » engendrés par un projet. Elle permet de vérifier l'éligibilité des mesures proposées au titre de la compensation, cette condition étant remplie uniquement lorsque les « crédits totaux » générés sont supérieurs ou égaux aux « débits totaux ».

■ DÉTERMINATION DES « DÉBITS » – CRITÈRES RETENUS - VALEURS

La détermination des « débits » mobilise six critères d'ajustement. Pour chacun d'entre eux, plusieurs cas sont proposés et une valeur est associée à chaque cas. Les valeurs retenues sont additionnées puis le résultat est multiplié par le linéaire de tronçon impacté pour déterminer les « débits » associés à chaque tronçon impacté. La méthode est à répéter tronçon par tronçon le cas échéant pour évaluer les « débits totaux » (cf. Infra tableau des critères d'évaluation des « débits » et feuille de calcul des « débits »).

- **Type de cours d'eau impacté :** éphémère (0,1) / intermittent avec bassins saisonniers (0,4) / permanent (0,8).
- **Niveau d'enjeux du cours d'eau impacté :** prioritaire (0,8) / secondaire (0,4) / tertiaire (0,1).
- **État actuel :** tronçon de cours d'eau hautement fonctionnel (1,2) / moyennement fonctionnel (0,6) / perturbé fonctionnellement (0,2).
- **Durée de l'impact :** temporaire (0,05) / court terme (0,1) / permanent (0,3).
- **Activité à l'origine de l'impact** (9 catégories d'impacts sont proposées et il faut retenir l'activité la plus impactante sur le tronçon étudié) : les valeurs à retenir vont de 0,05 à 2,5.
- **Cumul de l'impact :** facteur multiplicateur lié au linéaire total de cours d'eau impacté (0,0003 multiplié par la longueur impactée par le type d'activité).

Partie 2 - Fiches de synthèse des méthodes

La somme initiale de chacun des critères (hors cumul de l'impact) est au minimum de 0,5 et au maximum de 5,6.

Tableau des critères d'évaluation des « débits »

Critères	Options								
Type de cours d'eau	Éphémère/Intermittent sans « bassins saisonniers » 0,1			Intermittent avec « bassins saisonniers » 0,4			Permanent 0,8		
Niveau d'enjeux du cours d'eau	Tertiaire 0,1			Secondaire 0,4			Prioritaire 0,8		
État actuel	Perturbé fonctionnellement 0,2			Moyennement fonctionnel 0,6			Hautement fonctionnel 1,2		
Durée de l'impact	Temporaire (< 6 mois) 0,05			De court terme (6 mois à 2 ans) 0,1			Permanent (plus de 2 ans) 0,3		
Activité à l'origine de l'impact*	Défrichement 0,05	OA ou OH sans assise en lit mineur (viaduc, pont poutre). Installation d'un gazoduc ou autres ouvrages engendrant un impact provisoire 0,15	Busage partiel** 0,3	Consolidation, protection de berges 0,5	Gestion des eaux pluviales, régulation des débits de crue 0,75	Rectification, rescindement recadrage, curage 1,5	Ennoie-ment (barrage, seuils transversaux, plan d'eau) 2,0	Busage Complet** 2,2	Remblai, dérivation 2,5
Impact cumulé***	0,0003 × linéaire total de cours d'eau impacté par l'activité								

* Il faut retenir l'activité la plus impactante sur le tronçon étudié.

** Un busage partiel correspond à un OH de moins de 30 m de long et qui ne modifie pas les vitesses d'écoulement entre l'amont et l'aval. Un busage complet correspond à un OH de plus de 30 m de long OU modifiant les vitesses d'écoulement entre l'amont et l'aval.

*** Impact cumulé : facteur multiplicateur lié au linéaire total de cours d'eau impacté.

Feuille de calcul des « débits »

Critères	Impact 1	Impact 2	Impact 3	Impact 4	Impact 5...
Type de cours d'eau					
Niveau d'enjeux du cours d'eau					
État actuel					
Durée de l'impact					
Activité à l'origine de l'impact					
Impact cumulé					
Somme des valeurs retenues pour chaque critère (Sd)					
Linéaire de cours d'eau impacté (LI)					
Débits (D) = Sd* LI					

Total des « débits » = $\sum(D)$ =

■ DÉTERMINATION DES CRÉDITS – CRITÈRES RETENUS - VALEURS

Dans cette méthode, les mesures compensatoires « cours d'eau » ne sont pas limitées au cours d'eau stricto-sensu mais intègrent les actions portant sur les corridors adjacents ou écosystèmes rivulaires. La détermination des « crédits » est évaluée via la mobilisation de plusieurs critères. Il est d'abord nécessaire d'évaluer individuellement les « crédits cours d'eau » et les « crédits écosystèmes rivulaires » pour déterminer les « crédits » totaux au final. Les critères proposés peuvent être communs (« cours d'eau » et « écosystèmes rivulaires ») ou spécifiques. Pour chaque critère et comme pour la détermination des « débits », plusieurs cas sont proposés et une valeur est associée à chaque cas. Les valeurs retenues sont d'abord sommées puis le résultat est multiplié par le linéaire de tronçon traité pour déterminer les « crédits » associés (cf. Infra tableau des critères d'évaluation des « crédits » et feuille de calcul des « crédits »).

Critères communs « cours d'eau » et « écosystèmes rivulaires »

- **Modalités de suivi de l'efficacité de la mesure compensatoire** : trois niveaux de suivis sont retenus mais la valeur associée à chaque niveau est différente selon que l'on s'intéresse au cours d'eau (CE) ou aux écosystèmes rivulaires (ER). Niveau I (0,05 pour les CE ; 0,1 pour les ER) / Niveau II (0,3 pour les CE ; 0,2 pour les ER) / Niveau III (0,5 pour les CE ; 0,25 pour les ER). Le niveau à retenir est fixé par le service instructeur.

- **Échéancier de mise en œuvre de la mesure compensatoire** : trois temporalités sont envisagées. Soit la majorité de la compensation sera terminée après que les impacts ont eu lieu (0) / soit la majorité de la compensation est réalisée en même temps que les impacts (0,1) / soit toutes les actions de compensation sont terminées avant impacts (0,3). Ce critère ne s'applique pas dans le cas d'une mise en œuvre par le biais d'une banque de compensation.

- **Protection du site** : ce critère concerne l'outil foncier qui sera utilisé pour assurer la pérennité de la compensation. Seuls deux cas sont retenus : restriction par acte de vente (0,1) ou autre moyen garantissant une sécurité plus élevée tel que clause restrictive ou servitude de conservation ou cession à un organisme de conservation à but non lucratif (0,4).

Critères spécifiques « cours d'eau »

- **Niveau d'enjeux du cours d'eau sur lequel porte la compensation** : prioritaire (0,4) / secondaire (0,2) / tertiaire (0,05).

- **Plus-value écologique** : c'est au service instructeur de déterminer au cas par cas la plus-value écologique des actions de compensation proposées. Elle peut être considérée comme excellente (3,5) / correcte (2) / modérée (1,5) / minimale (1).

Critères spécifiques « écosystèmes rivulaires »

- **Action réalisée** : une valeur différente est accordée en fonction de l'action retenue (création et restauration ou amélioration ou préservation) et de la largeur traitée. Notons qu'une action doit être mise en œuvre au minimum sur une largeur supérieure à 7,6 m pour être prise en compte mais que jusqu'à 15,2 m la valeur associée sera de 0. La valeur à retenir va donc de 0,1 (pour une action de préservation mise en œuvre sur une largeur de 15,2 m au minimum et inférieure à 22,9 m) à 2,4 (pour une action de création et restauration mise en œuvre sur une largeur supérieure ou égale à 91,5 m).

- **Bonus « action réalisée sur les deux rives »** : si l'action réalisée concerne les deux rives, alors une valeur supplémentaire constituée par la moyenne des valeurs de l'action réalisée sur chacune des deux rives est retenue.

- **Décalage temporel** : ce critère vise à prendre en compte la durée requise pour atteindre un niveau de capacité fonctionnelle comparable à celui qui existait sur le site impacté. 4 possibilités : moins de 5 ans (0) / entre 5 et 10 ans (-0,1) / entre 10 et 20 ans (-0,2) / plus de 20 ans (-0,3).

La somme initiale de chacun des critères pour les cours d'eau est au minimum de 1,2 et au maximum de 5,10.

La somme initiale de chacun des critères pour les écosystèmes rivulaires (hors « bonus deux rives ») est au minimum de 0 et au maximum de 3,35.

Linéaire à prendre en compte

- **Cas particulier de la réfection / stabilisation des écosystèmes rivulaires** : le linéaire à considérer est fondé sur le triple de la longueur de la taille de la structure.

- **Cas particulier de la suppression de structures anthropiques (seuils, barrages)** : le linéaire à considérer est fondé sur la longueur totale de cours d'eau dont les composantes physiques étaient directement ou indirectement impactées par la structure anthropique.

Facteur de compensation

Ce critère est déterminé par le service instructeur et seuls deux cas sont retenus : les impacts sont situés dans le périmètre d'une banque de compensation et la mesure compensatoire respecte l'équivalence géographique et écologique (facteur de 1, aucun effet). Par contre si les impacts ne sont pas situés dans le périmètre d'une banque de compensation, si la mesure compensatoire ne respecte pas les conditions d'équivalence géographique souhaitées ou ne respecte pas totalement les conditions d'équivalence écologique, alors un facteur de 0,5 doit être appliqué (ce qui diminue par deux le volume total de « crédits »).

Partie 2 - Fiches de synthèse des méthodes

Tableau des critères d'évaluation des « crédits »

Critères	Options			
Cours d'eau et écosystèmes rivulaires				
Échéancier de mise en œuvre des MC*	Après la survenue des impacts 0	En même temps que la survenue des impacts 0,1	Avant la survenue des impacts 0,3	
Sécurisation foncière**	Restriction par acte de vente 0,1		Autre modalité plus sécurisée (clause restrictive, servitude de conservation, cession à une ONG) 0,4	
Cours d'eau				
Modalités de suivi de l'efficacité de la MC « cours d'eau »	Niveau I 0,05	Niveau II 0,3	Niveau III 0,5	
Niveau d'enjeux	Tertiaire 0,05	Secondaire 0,2	Prioritaire 0,4	
Plus-value écologique***	Minimale 1,0	Modérée 1,5	Correcte 2,0	Excellente 3,5
Écosystèmes rivulaires				
Modalités de suivi de l'efficacité de la MC « écosystème rivulaire »	Niveau I 0,1	Niveau II 0,2	Niveau III 0,25	
Action écologique réalisée***	Largeur rive traitée < 7,6 m Action non comptabilisée au titre de la compensation	7,6 m < largeur rive traitée < 15,2 m 0	Largeur rive traitée > 15,2 m De 0,1 et 2,4 (cf. Tableau ci-après)	
Bonus « deux rives »	(Plus-value écologique côté A + plus-value écologique côté B) / 2			
Décalage temporel ****	< 5 ans 0	5 ans < durée < 10 ans -0,1	10 ans < durée < 20 ans -0,2	> 20 ans -0,3
Facteur de compensation	Les impacts sont situés dans le périmètre d'une banque de compensation et la MC respecte l'équivalence géographique et écologique 1		Les impacts ne sont pas situés dans le périmètre d'une banque de compensation OU la MC ne respecte pas les conditions d'équivalence géographique souhaitées ou les conditions d'équivalence écologique 0,5	

* Non applicable aux banques de compensation.

** Outil foncier utilisé pour garantir la pérennité de la mesure de compensation.

*** À l'appréciation de l'USACE (service instructeur). Pour les écosystèmes rivulaires : une valeur différente est accordée en fonction de l'action retenue : création et restauration, amélioration ou préservation (cf. Tableau ci-après).

**** Durée requise par le milieu pour atteindre un niveau de capacité fonctionnelle équivalent à celui qui existait sur les rives impactées.

Partie 2 - Fiches de synthèse des méthodes

Valeurs d'ajustement des « crédits » accordées en fonction de l'action réalisée au niveau des écosystèmes rivulaires

Largeur de l'écosystème rivulaire (sur un côté du cours d'eau) égale ou supérieure à :	Pourcentage de la zone nécessitant des plantations			
	Création et restauration : élimination de plantes exotiques et plantations entre 51 et 100 %	Amélioration : élimination de plantes exotiques et plantations entre 10 et 50 %	Préservation : plantations sur moins de 10 %	
300 pieds	91,5 m	2,4	0,95	0,65
275 pieds	83,9 m	2,3	0,9	0,625
250 pieds	76,3 m	2,2	0,85	0,6
225 pieds	8,6 m	2,1	0,825	0,55
200 pieds	60,1 m	2,0	0,8	0,5
175 pieds	53,3 m	1,8	0,75	0,45
150 pieds	45,7 m	1,6	0,7	0,4
125 pieds	38,1 m	1,4	0,65	0,35
100 pieds	30,5 m	1,2	0,6	0,3
75 pieds	22,9 m	0,8	0,4	0,2
50 pieds (minimum pour le gain de crédits)	15,2 m	0,4	0,2	0,1
25 pieds obligatoires	7,6 m	0	0	0

Feuille de calcul des crédits

Critères	Gain 1	Gain 2	Gain 3	Gain 4	Gain 5	Gain 6...
Cours d'eau						
Échéancier de mise en œuvre de la MC						
Sécurisation foncière						
Modalités de suivi						
Niveau d'enjeux						
Plus-value écologique						
Somme des valeurs retenues pour chaque critère (Sc)						
Linéaire du tronçon de cours d'eau traité (LT)						
Crédits « cours d'eau » (C_{CE}) = Sc × LT						
Écosystèmes rivulaires						
Échéancier de mise en œuvre de la MC						
Modalités de sécurisation foncière						
Modalités de suivi						
Action écologique						
Bonus « deux rives »						
Décalage temporel						
Somme des valeurs retenues pour chaque critère (Scr)						
Linéaire de rive traité (LTr)						
Crédits « écosystèmes rivulaires » (C_{ER}) = Scr × LTr						
Facteur de compensation (Fc)						
Crédits totaux générés (Ct) = (C_{CE} + C_{ER}) * Fc						

Crédits totaux générés « cours d'eau » et « écosystèmes rivulaires » = ∑ (Ct) ____

■ TERMES DÉFINIS – RAPPELS CONCEPTUELS

Catégories de cours d'eau

Cours d'eau éphémères / intermittents : en eau vive seulement pendant une courte durée après des fortes précipitations. Les lits des cours d'eau sont généralement situés au-dessus de la nappe aquifère. L'eau souterraine ne constitue pas une source primaire d'eau, à la différence des écoulements issus des précipitations. Ils supportent généralement peu d'organismes aquatiques. Lorsque ces derniers sont trouvés, ils ont un cycle de vie très court.

Cours d'eau intermittents avec des bassins saisonniers : en eau pendant certaines périodes de l'année grâce à de l'eau souterraine modifiant le débit. Pendant les périodes sèches, ces cours d'eau peuvent ne pas être en eau vive mais garder des bassins saisonniers. Les précipitations constituent une source supplémentaire d'eau. La communauté biologique de ces rivières est constituée d'espèces qui sont aquatiques pendant une partie de leur vie, ou d'espèces qui migrent vers des sources d'eau permanentes.

Cours d'eau permanents : ils sont en eau vive toute l'année. La nappe aquifère est située au-dessus du lit la plupart de l'année. L'eau souterraine est une source primaire d'eau pour le débit de la rivière. Les précipitations constituent une source d'eau supplémentaire. Les cours d'eau permanents accueillent une communauté d'organismes aquatiques toute l'année.

Niveau d'enjeu du cours d'eau

Trois niveaux d'enjeu sont retenus dans cette méthode :

- **Prioritaire** : cours d'eau à l'origine de contributions importantes pour la biodiversité. Les impacts sur ces cours d'eau devraient en priorité être évités ou réduits. La méthode propose une liste de critères de classement de ces cours d'eau basée sur des zonages et inventaires de protection en vigueur sur le territoire ou sur le fait que les eaux abritent des espèces menacées et en danger ;
- **Secondaire** : cours d'eau définis selon des critères équivalents (mais zonages de protection moins élevés). À noter que le fait qu'un cours d'eau soit situé à proximité d'une banque ou d'un site de compensation lui confère automatiquement un enjeu « secondaire » ;
- **Tertiaire** : regroupe tous les autres cours d'eau.

Durée de l'impact

Pour qualifier la durée de l'impact, il est précisé que les impacts **temporaires** sont ceux qui se produisent au cours d'une période inférieure à 180 jours. Les impacts à **court terme** se manifestent encore après une période de 180 jours et disparaissent après deux ans. Les impacts sont considérés comme **permanents** dès lors qu'ils sont supérieurs à deux ans.

Évaluation de l'état actuel du cours d'eau impacté

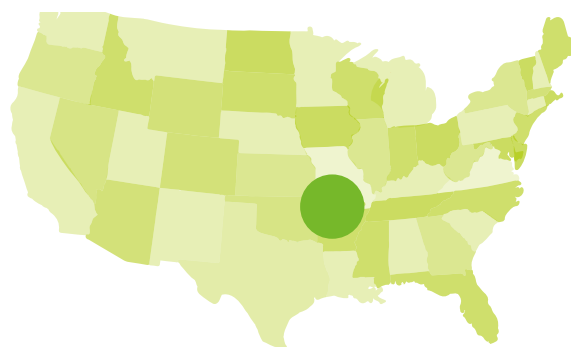
Cette évaluation se fait selon un certain nombre de critères et de seuils clairs sur la base de données accessibles.

Plus-value écologique

Tableau existant dans le document source, non repris ici.

Fiche n° 12

Méthode quantitative
District de Little Rock
2011



■ FINALITÉ / PHILOSOPHIE DE LA MÉTHODE

La méthode cible la comparaison des « crédits » issus de la compensation projetée et des « débits » engendrés par un projet. Elle permet de vérifier l'éligibilité des mesures de compensation proposées, celle-ci n'étant possible que si les « crédits totaux » générés sont supérieurs ou égaux aux « débits totaux ».

■ DÉTERMINATION DES DÉBITS – CRITÈRES RETENUS - VALEURS

La détermination des « débits » est évaluée via la mobilisation de six critères. Pour chaque critère, plusieurs cas sont proposés et une valeur est associée à chaque cas. Les valeurs retenues pour chaque critère sont d'abord sommées puis le résultat est multiplié par le linéaire de tronçon impacté pour déterminer les « débits » associés à chaque tronçon impacté. La méthode est à répéter tronçon par tronçon le cas échéant pour évaluer les « débits » totaux (cf. infra tableau des critères d'évaluation des « débits » et feuille de calcul des « débits »).

- **Type de cours d'eau impacté** : éphémère (0,1) / intermittent (0,4) / permanent avec une largeur > à 9 m (0,8) / permanent avec une largeur comprise entre 4,5 et 9 m (0,6) / permanent avec une largeur < à 4,5 m (0,4).

- **Niveau d'enjeux du cours d'eau impacté** : prioritaire (0,8) / secondaire (0,4) / tertiaire (0,1).

- **État actuel** : tronçon de cours d'eau hautement fonctionnel (1,6) / moyennement fonctionnel (0,8) / perturbé fonctionnellement (0,1).

- **Durée de l'impact** : temporaire, soit moins de six mois (0,05) / récurrent pour des impacts répétés mais de très courte durée (0,1) / permanent, soit plus de six mois (0,3).

- **Activité dominante à l'origine de l'impact** : 9 catégories d'impacts sont identifiées avec des valeurs allant de 0,05 pour un simple défrichement à 2,5 pour un remblai ou une dérivation.

- **Cumul de l'impact** : facteur fondé sur la longueur cumulée de cours d'eau impacté par le type d'activité. 5 classes sont proposées : moins de 30 m (0) / entre 30 et 60 m (0,05) / entre 60 et 150 m (0,1) / entre 150 et 305 m (0,2) / plus de 300 m (0,1 tous les 150 m de cours d'eau).

La somme initiale de chacun des critères (hors « cumul de l'impact ») est au minimum de 0,4 et au maximum de 6.

Partie 2 - Fiches de synthèse des méthodes

Tableau des critères d'ajustement des « débits »

Critères	Options									
	Type de cours d'eau	Éphémère 0,1	Intermittent 0,4		Permanent					
				Largeur < 4,5 m 0,4	4,5 m < Largeur < 9 m 0,6		Largeur > 9 m 0,8			
Niveau d'enjeux du cours d'eau	Tertiaire 0,1			Secondaire 0,4			Prioritaire 0,8			
État actuel	Perturbé fonctionnellement 0,1			Moyennement fonctionnel 0,8			Hautement fonctionnel 1,6			
Durée de l'impact	Temporaire (< 6 mois) 0,05			De court terme (< 6 mois) mais impacts répétés 0,1			Permanent (plus de 6 mois) 0,3			
Activité à l'origine de l'impact	Défrichement 0,05	OA ou OH sans assise en lit mineur (viaduc, pont poutre). Installation d'un gazoduc ou autres ouvrages engendrant un impact provisoire 0,15		Busage partiel** 0,3	Consolidation, protection de berges 0,5	Gestion des eaux pluviales, régulation des débits de crue 0,75	Rectification, rescindement recadrage, curage 1,5	Ennoie-ment (barrage, seuils transversaux, plan d'eau) 2,0	Busage Complet** 2,2	Remblai, dérivation 2,5
Impact cumulé (IC)*	< 30 m 0	30 < IC < 60 m 0,05	60 < IC < 150 m 0,1	150 < IC < 305 m 0,2		IC > 305 m 0,1 tous les 150 m				

* Impact cumulé : longueur cumulée de cours d'eau impacté par le type d'activité.

** Un busage partiel correspond à un OH de moins de 30 m de long et qui ne modifie pas les vitesses d'écoulement entre l'amont et l'aval. Un busage complet correspond à un OH de plus de 30 m de long OU modifiant les vitesses d'écoulement entre l'amont et l'aval.

Feuille de calcul des « débits »

Critères	Impact 1	Impact 2	Impact 3	Impact 4	Impact 5...
Type de cours d'eau					
Niveau d'enjeux du cours d'eau					
État actuel					
Durée de l'impact					
Activité dominante					
Impact cumulé					
Somme des valeurs retenues pour chaque critère (Sd)					
Linéaire de cours d'eau impacté (LI)					
Débits (D) = Sd x LI					

Total des « débits » = $\sum(D)$ =

■ DÉTERMINATION DES CRÉDITS – CRITÈRES RETENUS - VALEURS

Dans cette méthode, les mesures compensatoires « cours d'eau » ne sont pas limitées au cours d'eau stricto-sensu mais intègrent les actions portant sur les corridors adjacents ou écosystèmes rivulaires. La détermination des « crédits » est évaluée via la mobilisation de plusieurs critères. Il est d'abord nécessaire d'évaluer individuellement les « crédits cours d'eau » et les « crédits écosystèmes rivulaires » pour déterminer les crédits totaux au final. Les critères proposés peuvent être communs (« cours d'eau » et « écosystèmes rivulaires ») ou spécifiques.

Sur les « écosystèmes rivulaires », les actions doivent être mises en œuvre sur **plus de 7,5 m** de large pour pouvoir générer des « crédits ».

Pour chaque critère, plusieurs cas sont proposés et une valeur est associée à chaque cas. Pour déterminer les « crédits », les valeurs des critères d'ajustement sont d'abord sommées puis le résultat est multiplié par le linéaire de tronçon traité (cf. Infra tableau des critères d'évaluation des « crédits » et feuille de calcul des « crédits »).

Critères communs « cours d'eau » et « écosystèmes rivulaires »

- **Type de cours d'eau** : éphémère (0,05) / intermittent (0,4) / permanent avec une largeur > à 15 m (1) / permanent avec une largeur comprise entre 9 et 15 m (0,8) / permanent avec une largeur comprise entre 4,5 et 9 m (0,6) / permanent avec une largeur < à 4,5 m (0,4).

Pour les écosystèmes rivulaires, seules 3 catégories sont retenues : éphémère (0,05) / intermittent (0,2) / permanent (0,4).

- **Niveau d'enjeu du cours d'eau sur lequel porte la compensation** : prioritaire (0,4) / secondaire (0,2) / tertiaire (0,05).

- **Modalités de suivis de l'efficacité de la mesure compensatoire** (la valeur associée à chaque niveau est différente selon que l'on s'intéresse au cours d'eau (CE) ou aux écosystèmes rivulaires (ER)). 3 niveaux de suivis sont retenus : Niveau I (0,05) / Niveau II (0,3 pour les CE et 0,15 pour les ER) / Niveau III (0,5 pour les CE et 0,25 pour les ER) (cf. Infra.).

- **Protection du site**. Seuls deux cas sont retenus : clause restrictive ou restriction par acte de vente (0,1 pour les CE et 0,05 pour les ER) / servitude de conservation (0,4 pour les CE et 0,2 pour les ER).

- **Échéancier de mise en œuvre de la mesure compensatoire** : trois programmes sont proposés (ce critère s'applique dans tous les cas sauf pour des actions de préservation ou d'amélioration des ER) mais la valeur associée à chaque niveau est différente selon que l'on s'intéresse au cours d'eau (CE) ou aux écosystèmes rivulaires (ER). Soit les mesures compensatoires seront achevées en majorité après la survenue des impacts (programme 3 : 0) / soit les mesures compensatoires sont achevées en majorité en même temps que les impacts (programme 2 : 0,1 pour les CE et 0,05 pour les ER) / soit 100 % des actions de compensation sont terminées avant que les impacts ne se produisent (programme 1 : 0,3 pour les CE et 0,15 pour les ER).

Critères spécifiques « cours d'eau »

- **Plus-value écologique** : la méthode reconnaît trois actions auxquelles une valeur de plus-value écologique est affichée. Préservation du cours d'eau (0,5 pour un CE moyennement fonctionnel et 1 pour un CE entièrement fonctionnel) / Dérivation du cours d'eau (0,1) / Restauration ou amélioration des conditions hydro-morphologiques du CE (0,5 si plus-value faible, 1,5 si moyenne, 2,5 si correcte et 4 si excellente) – A l'appréciation de l'USACE.

Critères spécifiques « écosystèmes rivulaires »

- **Plus-value écologique** : une valeur différente est accordée en fonction de l'action retenue (de 0,1 à 1,6) – cf. Tableau infra). Une action complémentaire intitulée « éloignement du bétail » (clôture du cours d'eau, accès contrôlé aux écosystèmes rivulaires) est également susceptible de générer des crédits. Dans ce cas, la valeur précédente adéquate retenue est multipliée par 1,2.

- **Décalage temporel**, 4 possibilités : moins de 5 ans (0) / entre 5 et 10 ans (-0,1) / entre 10 et 20 ans (-0,2) / plus de 20 ans (-0,3).

La somme initiale de chacun des critères pour les cours d'eau est au minimum de 0,35 et au maximum de 6,6.

La somme initiale de chacun des critères pour les écosystèmes rivulaires est au minimum de 0 et au maximum de 3.

Un « facteur de compensation » vient ensuite ajuster les « crédits » obtenus. Ce critère est de 1 (soit aucun effet) si la compensation respecte les conditions d'équivalence écologique et géographique. Il est de 0,5 si la compensation est mise en œuvre à l'extérieur du même bassin versant ou ne respecte pas la condition d'équivalence écologique qualitative.

Partie 2 - Fiches de synthèse des méthodes

Tableau des critères d'évaluation des « crédits »

Critères	Options						
Cours d'eau							
Type de cours d'eau compensé	Éphémère 0,05	Intermittent 0,4	Permanent avec largeur (L):				L > 15 m 1
			L < 4,5 m 0,4	4,5 m < L < 9 m 0,6	9 m < L < 15 m 0,8		
Niveau d'enjeux	Tertiaire 0,05		Secondaire 0,2		Prioritaire 0,4		
Modalités de suivi de l'efficacité de la MC « cours d'eau »	Niveau I 0,05		Niveau II 0,3		Niveau III 0,5		
Sécurisation foncière*	Restriction par acte de vente 0,1			Servitude de conservation 0,4			
Mise en œuvre des MC	Après la survenue des impacts 0		En même temps que la survenue des impacts 0,1		Avant la survenue des impacts 0,3		
Plus-value écologique****	Préservation		« Dérivation » cours d'eau (sous conditions)***** 0,1	Restauration ou amélioration des conditions hydro-morphologiques du cours d'eau			
	Cours d'eau moyennement fonctionnel 0,5	Cours d'eau fonctionnel 1		Plus valeur faible 0,5	Plus valeur moyenne 1,5	Plus valeur Correcte 2,5	Plus valeur excellente 4
Écosystèmes rivulaires							
Type de cours d'eau compensé	Éphémère 0,05		Intermittent 0,2		Permanent 0,4		
Niveau d'enjeux	Tertiaire 0,05		Secondaire 0,2		Prioritaire 0,4		
Modalités de suivi de l'efficacité de la MC « écosystèmes rivulaires »	Niveau I 0,05		Niveau II 0,15		Niveau III 0,25		
Sécurisation foncière*	Restriction par acte de vente 0,05			Servitude de conservation 0,2			
Mise en œuvre des MC**	Après les impacts 0		En même temps que les impacts 0,05		Avant les impacts 0,15		
Plus valeur écologique	Valeurs variables en fonction de la largeur de la rive compensée et des actions écologiques cf. Tableau ci-après (de 0,1 à 1,6)						
Décalage temporel***	< 5 ans 0	5 ans < durée < 10 ans -0,1	10 ans < durée < 20 ans -0,2		> 20 ans -0,3		
Facteur de compensation	La MC respecte les conditions d'équivalence géographique et écologique 1			La MC ne respecte pas les conditions d'équivalence géographique souhaitées ou les conditions d'équivalence écologique 0,5			

* Outil foncier utilisé pour garantir la pérennité de la mesure de compensation.

** Ce critère s'applique dans tous les cas sauf pour des actions de préservation ou d'amélioration des écosystèmes rivulaires.

*** Durée requise par le milieu pour atteindre un niveau de capacité fonctionnelle équivalent à celui qui existait sur les rives impactées.

**** À l'appréciation de l'USACE.

***** Cf. § définitions / concepts décrits dans la fiche « méthode 15 – District de Savannah ».

Partie 2 - Fiches de synthèse des méthodes

Valeurs de plus-value écologique associées aux mesures de compensation mises en œuvre sur les écosystèmes rivulaires

		Création et restauration par élimination des espèces exotiques et plantations entre 51 et 100 %	Amélioration par élimination des espèces exotiques et plantations entre 10 et 50 %	Préservation et plantation sur moins de 10 %
Largeur de la rive traitée (sur un côté du cours d'eau)	30 m	1,6	0,8	0,4
	23 m	1,2	0,6	0,3
	15 m	0,8	0,4	0,2
	7,5 m (largeur minimale)	0,4	0,2	0,1

Feuille de calcul des « crédits »

Critères	Gain 1	Gain 2	Gain 3	Gain 4	Gain 5	Gain 6...
Cours d'eau						
Type de cours d'eau « compensé »						
Niveau d'enjeux						
Modalités de suivi						
Sécurisation foncière						
Échéancier de mise en œuvre						
Plus-value écologique						
Somme des valeurs retenues pour chaque critère (Sc)						
Linéaire de tronçon de cours d'eau compensé (LT)						
Crédits « cours d'eau » (C_{CE}) = Sc × LT						
Écosystèmes rivulaires						
Type de cours d'eau « compensé »						
Niveau d'enjeux						
Modalités de suivi						
Sécurisation foncière						
Échéancier de mise en œuvre de la MC						
Plus value écologique						
Décalage temporel						
Somme des valeurs retenues pour chaque critère (Sc)						
Linéaire traité de rives (LTr)						
Crédits « écosystèmes rivulaires » (C_{ER}) = Sc × LTr						
Facteur de compensation (Fc)						
Crédits totaux générés (Ct) = (C_{CE} + C_{ER}) * Fc						

Crédits totaux générés « cours d'eau » et « écosystèmes rivulaires » = \sum (Ct) ____

■ TERMES DÉFINIS – RAPPELS CONCEPTUELS

Exigences de suivis

Cette méthode permet différents niveaux de « crédits » de suivi associés aux projets de compensation. Les exigences de suivi sont généralement fondées sur les critères d'efficacité des actions écologiques mises en œuvre et peuvent varier d'un projet à l'autre. Un protocole de suivi plus complet peut être exigé pour des mesures compensatoires impliquant une restauration importante du cours d'eau, dans des bassins versants sensibles ou lorsque des habitats critiques sont concernés, ou si les actions autorisées impliquent des espèces menacées ou en danger. De même, le niveau de suivi utilisé peut dépendre de la sélection du site ou des conditions locales au sein du bassin versant. Un protocole de suivi plus détaillé peut être utilisé pour les projets de compensation situés dans des bassins versants fortement influencés par l'agriculture intensive ou par les pratiques d'élevage.

Les exigences relatives aux suivis des actions de préservation sont déterminées au cas par cas.

Niveau I de suivi (suivi physique)

Écosystème rivulaire : collecte d'informations de base sur la végétation de la ripisylve à restaurer avant que la compensation soit mise en œuvre et après 5 ans. Les informations minimales qu'il faut collecter devraient comprendre le pourcentage de composition des espèces végétales. De plus, il faudrait que la réussite de la végétation plantée soit suivie au moins chaque année, pendant 5 ans, pour déterminer si les critères de réussite sont satisfaits. Le suivi de la végétation devrait comprendre une quantification de la subsistance et de la croissance des plants.

Ce niveau est obligatoire lorsque les mesures compensatoires se concentrent uniquement sur les écosystèmes rivulaires.

Niveau II de suivi (suivi physique/biologique) : restauration/amélioration du chenal principal et dérivation limitée du cours d'eau

Ce niveau reprend toutes les caractéristiques du niveau I plus des données de base initiales sur les paramètres physiques des cours d'eau avant que la compensation soit mise en œuvre et un suivi de ces paramètres physiques au moins une fois par an pendant 5 ans, après achèvement des mesures compensatoires. Les paramètres physiques qu'il faut mesurer comprennent les caractéristiques du substrat, les modèles d'érosion des berges, et les profils en travers sur des sites situés au sein du tronçon restauré.

Ce niveau sera exigé pour des dérivations limitées du cours d'eau et pour les actions de restauration ou d'amélioration des conditions hydro-morphologiques du cours d'eau lorsqu'elles sont qualifiées de modérées.

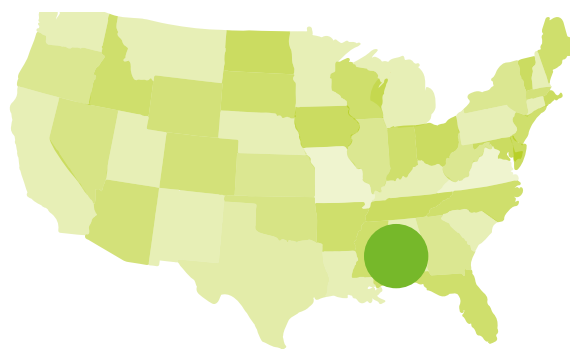
Niveau III de suivi (physique/biologique/comparaison avec le tronçon de référence) : ce niveau reprend toutes les caractéristiques des niveaux I et II, plus une collecte simultanée et une comparaison statistique des données sur le site de référence approprié, une fois par an pendant 5 ans.

Ce niveau sera exigé pour la dérivation des cours d'eau et pour les actions de restauration ou d'amélioration des conditions hydro-morphologiques du cours d'eau lorsqu'elles sont qualifiées d'excellentes ou de correctes.

Puisque chaque projet de restauration aura ses propres valeurs critiques, les valeurs qui déterminent le seuil géomorphologique pour un cours d'eau particulier, devront être déterminées au cas par cas.

Fiche n° 13

Méthode quantitative District de Mobile 2012



■ FINALITÉ / PHILOSOPHIE DE LA MÉTHODE

La méthode compare les « crédits » issus de la compensation projetée et les « débits » engendrés par un projet. Elle permet de vérifier l'acceptabilité du dossier, celle-ci n'étant possible que si les « crédits » totaux générés sont supérieurs ou égaux aux « débits ».

Les « crédits » évalués au titre des écosystèmes rivulaires ne peuvent pas représenter plus de 30 % du total.

Il s'agit d'une méthode très proche de celle du District de Little Rock (n° 12) : beaucoup de critères et de valeurs sont identiques.

■ DÉTERMINATION DES DÉBITS – CRITÈRES RETENUS - VALEURS

La détermination des « débits » est évaluée via la mobilisation de cinq critères. Pour chaque critère, plusieurs cas sont proposés et une valeur est associée à chaque cas. Les valeurs retenues sont d'abord sommées puis le résultat est multiplié par le facteur « type de cours d'eau impacté » puis par le linéaire de tronçon impacté pour déterminer les « débits » associés à chaque tronçon impacté. La méthode est à répéter tronçon par tronçon le cas échéant pour évaluer les « débits » totaux (cf. Infra tableau des critères d'évaluation des « débits » et feuille de calcul des « débits »).

- **Niveau d'enjeux du cours d'eau impacté :** prioritaire (0,8) / secondaire (0,4) / tertiaire (0,1).
- **État actuel :** stable (1,6) / partiellement instable (0,8) / instable (0,1).
- **Durée de l'impact :** temporaire (0,05) / récurrent (0,1) / permanent (0,3).
- **Activité dominante à l'origine de l'impact :** 9 catégories d'impacts sont identifiées avec des valeurs allant de 0,05 à 2,5.
- **Cumul de l'impact :** facteur fondé sur la longueur cumulée de cours d'eau impacté par le type d'activité. 5 classes sont envisagées : moins de 30 m (0) / entre 30 et 60 m (0,05) / entre 60 et 150 m (0,1) / entre 150 et 305 m (0,2) / plus de 300 m (0,1 tous les 150 m de cours d'eau).
- **Type de cours d'eau impacté :** éphémère (0,3) / intermittent (1) / permanent (1,15).

La somme initiale de chacun des critères (hors « cumul de l'impact ») est au minimum de 0,3 et au maximum de 5,2.

Partie 2 - Fiches de synthèse des méthodes

Tableau des critères d'évaluation des « débits »

Critères	Options								
Niveau d'enjeux du cours d'eau	Tertiaire 0,1			Secondaire 0,4			Prioritaire 0,8		
État actuel	Instable 0,1			Partiellement instable 0,8			Stable 1,6		
Durée de l'impact	Temporaire 0,05			Récurent 0,1			Permanent 0,3		
Activité dominante à l'origine de l'impact	Défrichage 0,05	OA ou OH sans assise en lit mineur (viaduc, pont poutre). Installation d'un gazoduc ou autres ouvrages engendrant un impact provisoire 0,15	Busage partiel** 0,3	Consolidation, protection de berges 0,5	Gestion des eaux pluviales, régulation des débits de crue 0,75	Recalibrage, rectification, rescindement, curage 1,5	Ennoisement (barrage, seuils transversaux) 2,0	Busage Complet** 2,2	Remblai, dérivation 2,5
Impact cumulé (IC)*	< 30 m 0	30 < IC < 60 m 0,05		60 < IC < 150 m 0,1		150 < IC < 305 m 0,2		IC > 305 m 0,1 tous les 150 m	
Type de cours d'eau impacté	Éphémère 0,3			Intermittent 1			Permanent 1,15		

* Impact cumulé : longueur cumulée de cours d'eau impacté par le type d'activité.

** Un busage partiel correspond à un OH de moins de 30 m de long et qui ne modifie pas les vitesses d'écoulement entre l'amont et l'aval. Un busage complet correspond à un OH de plus de 30 m de long OU modifiant les vitesses d'écoulement entre l'amont et l'aval.

Feuille de calcul des « débits »

Critères	Impact 1	Impact 2	Impact 3	Impact 4	Impact 5...
Niveau d'enjeux du cours d'eau					
État actuel					
Durée de l'impact					
Activité dominante à l'origine de l'impact					
Impact cumulé					
Somme des valeurs retenues pour chaque critère (Sd)					
Type de cours d'eau impacté (Tce)					
Ajustement (A) = Tce * Sd					
Linéaire de cours d'eau impacté (LI)					
Débits (D) = A × LI					

Total des « débits » = $\sum(D)$ =

■ DÉTERMINATION DES CRÉDITS – CRITÈRES RETENUS - VALEURS

Dans cette méthode, les mesures compensatoires « cours d'eau » ne sont pas limitées au cours d'eau stricto-sensu mais intègrent les actions portant sur les corridors adjacents ou écosystèmes rivulaires. La détermination des « crédits » est évaluée via la mobilisation de plusieurs critères. Il est d'abord nécessaire d'évaluer individuellement les « crédits cours d'eau » et les « crédits écosystèmes rivulaires » pour déterminer les « crédits » totaux. Les critères proposés peuvent être communs (« cours d'eau » et « écosystèmes rivulaires ») ou spécifiques.

Sur les « écosystèmes rivulaires », les actions doivent être mises en œuvre sur **plus de 15 m pour pouvoir générer des crédits**.

Afin de calculer les crédits, les valeurs des critères d'ajustement sont sommées puis sont multipliées par le type de cours d'eau compensé, puis le résultat est multiplié par le linéaire de tronçon traité (cf. Infra tableau des critères d'évaluation des « crédits » et feuille de calcul des « crédits »).

Critères communs « cours d'eau » et « écosystèmes rivulaires »

- **Niveau d'enjeu du cours d'eau sur lequel porte la compensation** : prioritaire (0,4) / secondaire (0,2) / tertiaire (0,05)
- **Échéancier de mise en œuvre de la mesure compensatoire** : trois programmes sont proposés (ce critère s'applique dans tous les cas sauf pour des actions de préservation des écosystèmes rivulaires). Soit les mesures compensatoires seront achevées en majorité après la survenue des impacts (programme 3 : 0) / soit les mesures compensatoires sont achevées en majorité en même temps que les impacts (programme 2 : 0,05) / soit 100 % des actions de compensation sont terminées avant que les impacts ne se produisent (programme 1 : 0,15).

Critères spécifiques « cours d'eau »

- **État actuel du cours d'eau** : ce critère n'est à renseigner que dans le cas d'une amélioration de cours d'eau. 2 cas sont retenus : partiellement instable (0,05) ou instable (0,4).
- **Plus-value écologique** : la méthode reconnaît trois actions auxquelles une valeur de plus-value écologique est affichée. Dérivation du cours d'eau (1) / Amélioration (2) / Restauration (4,5).
- **Indice de risque d'érosion des berges** : ce critère n'est à renseigner que dans le cas d'une amélioration de cours d'eau. Faible (0,2) / Moyen (0,3) / Fort (0,4) (cf. Infra).
- **Habitats du cours d'eau** : 4 catégories sont proposées. Pauvre (0,1) / Marginal (0,15) / Sous-optimal (0,25) / Optimal (0,35) (cf. Infra).

Critères spécifiques « écosystèmes rivulaires »

- **Plus-value écologique** : une valeur différente est accordée en fonction de l'action retenue (de 0,1 à 1,6)
- **Bonus « action réalisée sur les deux rives »** : si l'action réalisée concerne les deux rives, alors une valeur supplémentaire constituée par la moyenne des valeurs de l'action réalisée sur chacune des deux rives est retenue.

Comme dans le calcul des débits, les valeurs sommées sont multipliées par le type de cours d'eau impacté pour le cours d'eau et pour les écosystèmes rivulaires.

Partie 2 - Fiches de synthèse des méthodes

- **Type de cours d'eau impacté** : éphémère (0,2) / intermittent (1) / permanent avec une largeur > à 15 m (1,3) / permanent avec une largeur comprise entre 9 et 15 m (1,25) / permanent avec une largeur comprise entre 4,5 et 9 m (1,2) / permanent avec une largeur < à 4,5 m (1,15).

Pour les écosystèmes rivulaires, seules 3 catégories sont retenues : éphémère (0,9) / intermittent (1) / permanent (1,1).

La somme initiale de chacun des critères pour les cours d'eau est au minimum de 1,4 et au maximum de 6,2.

La somme initiale de chacun des critères pour les écosystèmes rivulaires (hors « bonus 2 rives ») est au minimum de 1,05 et au maximum de 3,25.

Un « facteur de compensation » vient ajuster les crédits obtenus. Ce critère est de 1 (soit aucun effet) si la compensation respecte les conditions d'équivalence écologique et géographique. Il est de 0,5 si la compensation est mise en œuvre à l'extérieur du même bassin versant ou ne respecte pas la condition d'équivalence écologique qualitative.

Tableau des critères d'évaluation des « crédits »

Critères	Options			
	Cours d'eau			
État actuel du cours d'eau de compensation *	Partiellement instable 0,05		Instable 0,4	
Niveau d'enjeux	Tertiaire 0,05		Secondaire 0,2	Prioritaire 0,4
Échéancier de mise en œuvre des MC	Après la survenue des impacts 0		En même temps que la survenue des impacts 0,05	Avant la survenue des impacts 0,15
Plus-value écologique	« Dérivation » cours d'eau (sous conditions) **1		Amélioration 2	Restauration 4,5
Indice de risque d'érosion des berges*	Faible 0,2		Moyen 0,3	Fort 0,4
Habitats du cours d'eau	Pauvre 0,1		Marginal 0,15	Sous-optimal 0,25 Optimal 0,35
Type de cours d'eau compensé	Éphémère 0,2	Intermittent 1	Permanent	
			Largeur < 4,5 m 1,15	4,5 < largeur < 9 m 1,2
Écosystèmes rivulaires				
Niveau d'enjeux	Tertiaire 0,05		Secondaire 0,2	Prioritaire 0,4
Échéancier de mise en œuvre des MC	Après la survenue des impacts 0		En même temps que la survenue des impacts 0,05	Avant la survenue des impacts 0,15
Plus value écologique	Valeurs variables en fonction de l'action écologique retenue (De 0,1 à 1,6) – cf. Tableau ci-après			
Bonus deux rives	Si l'action réalisée concerne les deux rives, alors une valeur supplémentaire constituée par la moyenne des valeurs de l'action réalisée sur chacune des deux rives est retenue			
Type de cours d'eau compensé	Éphémère 0,9		Intermittent 1	Permanent 1,10
Facteur de compensation	La MC respecte les conditions d'équivalence géographique et écologique 1		La MC ne respecte pas les conditions d'équivalence géographique souhaitées (bassin versant différent) ou les conditions d'équivalence écologique 0,5	

* À renseigner uniquement dans le cas d'une amélioration de cours d'eau.

** Cf. § définitions / concepts décrits dans la fiche « méthode 15 – District de Savannah ».

Partie 2 - Fiches de synthèse des méthodes

Valeurs d'ajustement des crédits accordés en fonction de l'action réalisée au niveau des « écosystèmes rivulaires »

		Restauration	Amélioration		Préservation – moins de 10 % de plantations
			Entre 51 et 100 % de plantations	Entre 11 et 50 % de plantations	
Largeur de l'écosystème rivulaire (sur un côté du cours d'eau)	4 fois la largeur minimale	1,6	1,2	0,8	0,4
	3 fois la largeur minimale	1,2	0,9	0,6	0,3
	2 fois la largeur minimale	0,8	0,6	0,4	0,2
	1 fois la largeur minimale (15 m)	0,4	0,3	0,2	0,1

Feuille de calcul des « crédits »

Critères	Gain 1	Gain 2	Gain 3	Gain 4	Gain 5...
Cours d'eau					
État actuel					
Niveau d'enjeux du cours d'eau					
Échéancier de mise en œuvre des MC					
Plus-value écologique					
Indice de risque d'érosion des berges					
Habitats du cours d'eau					
Somme des valeurs retenues pour chaque critère (Sc)					
Type de cours d'eau compensé (Tce)					
Ajustement (A_{CE}) = Tce × Sc					
Linéaire de cours d'eau traité (LT)					
Crédits « cours d'eau » (C_{CE}) = A_{CE} × LT					
Écosystèmes rivulaires					
Niveau d'enjeux du cours d'eau					
Échéancier de mise en œuvre des MC: Berge A					
Échéancier de mise en œuvre des MC: Berge B					
Plus value écologique: Berge A					
Plus value écologique: Berge B					
Bonus action deux rives					
Somme des valeurs retenues pour chaque critère (Sc)					
Type de cours d'eau compensé (Tce)					
Ajustement (AER) = Tce × Sc					
Linéaire de rives compensées (LTr)					
Crédits « écosystèmes rivulaires » (C_{ER}) = A_{ER} × LTr					
Facteur de compensation (Fc)					
Crédits totaux générés (Ct) = (C_{CE} + C_{ER}) × Fc					

Crédits totaux générés (Ct) = $\sum [(C_{CE} + C_{ER}) \times Fc]$ _____

■ TERMES DÉFINIS – RAPPELS CONCEPTUELS

Indice de risque d'érosion des berges

La stabilité des berges peut être évaluée en utilisant un indice de risque d'érosion des berges spécifique.

Le risque d'érosion des berges est lié à la capacité de détachement des sols des parties supérieures et inférieures des berges et de leur migration vers le cours d'eau. Certains phénomènes d'érosion sont normaux dans des cours d'eau en bon état. Une érosion importante des berges se produit lorsque la végétation rivulaire ou la ripisylve ont été dégradées ; le cours d'eau est instable du fait de la modification des débits (liquides et solides), de l'altération de sa connexion avec la plaine inondable ou de la forme des berges raides et hautes.

Faible risque d'érosion : lorsque les berges sont basses et à une hauteur appropriée pour permettre un accès aux plaines d'inondation ou lorsqu'elles sont protégées par des racines et de la végétation qui s'étend jusqu'au fond du lit du cours d'eau. Plus de 33 % de la surface à l'extérieur des méandres est protégée par des racines et/ou de la végétation.

Risque moyen d'érosion : lorsque les berges sont basses et à une hauteur appropriée pour permettre un accès aux plaines d'inondation ou lorsqu'elles sont protégées par des racines et de la végétation qui s'étend jusqu'au fond du lit du cours d'eau. Moins de 33 % de la surface à l'extérieur des méandres est protégée par des racines et/ou de la végétation.

Fort risque d'érosion : lorsque les berges sont hautes et raides, le cours d'eau n'a plus accès à ses plaines inondables ou lorsqu'elles ne sont plus protégées par des racines et de la végétation. Il existe des traces d'érosion des berges importantes. Moins de 5 % de la surface à l'extérieur des méandres est protégée par des racines et/ou de la végétation.

Catégories qualifiant les habitats du cours d'eau

Optimal : plus de 5 types d'habitats sont présents.

Les éléments physiques améliorant la capacité d'accueil du cours d'eau pour les espèces aquatiques sont présents sur plus de la moitié du tronçon. Le substrat est favorable à la colonisation par une macrofaune benthique riche et variée. De nombreux abris pour les poissons sont présents.

Sous-optimal : 5 types d'habitats sont présents.

Les éléments physiques améliorant la capacité d'accueil du cours d'eau pour les espèces aquatiques sont présents entre 30 et 50 % du tronçon. Le substrat est favorable à la colonisation par une macrofaune benthique moyennement riche et variée.

Marginal : 4 types d'habitats sont présents.

Les éléments physiques améliorant la capacité d'accueil du cours d'eau pour les espèces aquatiques sont présents entre 10 et 30 % du tronçon. Le substrat est moyennement à peu favorable à la colonisation par une macrofaune benthique et piscicole.

Pauvre : Il n'y a pas plus de 3 types d'habitats présents.

Les éléments physiques améliorant la capacité d'accueil du cours d'eau pour les espèces aquatiques sont présents sur moins de 10 % du tronçon. Le substrat est inapproprié à la colonisation par une macrofaune benthique et piscicole.

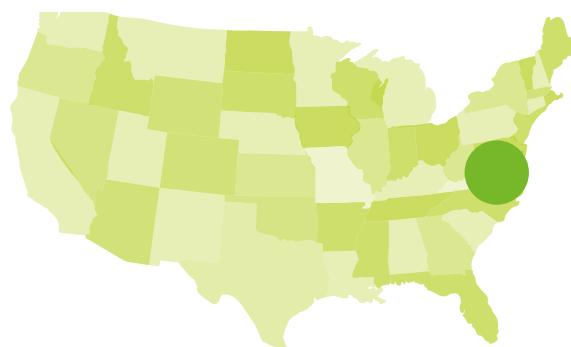
Partie 2 - Fiches de synthèse des méthodes

Exemples de standards de performance des actions écologiques mises en œuvre sur les sites de compensation et présentés dans la méthode

Aspect de la compensation	Succès (nécessaire à l'action)	Échec
1. Connectivité avec les plaines inondables	Le cours d'eau peut déborder et accède aux zones inondables. Absence de berges abruptes (ou de signes de dénivelés verticaux abrupts)	Perte d'accès aux zones inondables, le cours d'eau s'incise (abaissement du calage altitudinal du fond du lit du cours d'eau), érosion des berges et du fond du lit, processus d'érosion menant à des profils en long et en travers et à des dimensions inappropriées
2. Stabilité du chenal principal	Berges végétalisées, érosion limitée n'engendrant pas d'instabilité latérale, conditions morphologiques stables du chenal principal qui correspondent aux conditions de référence du cours d'eau	Érosion des berges et incision du lit fréquentes, pouvant engendrer un ajustement des conditions morphologiques du lit à grande échelle (tronçon), une déstabilisation des berges, des désordres morphologiques, etc. Ces processus d'érosion sont censés s'aggraver au cours du temps
3. Diversité des formes du lit	L'alternance de faciès « mouilles, plats, radiers, rapides » et les variations de profondeur qui en résultent respectent les conditions de référence. Substrats appropriés au cours d'eau	La fréquence et la variation des formes du lit ne respectent pas les conditions de référence; perte d'un substrat hétérogène et biogène
4. Végétation rivulaire et régime hydrologique du cours d'eau	La végétation rivulaire et le régime hydrologique tendent à correspondre aux conditions de référence attendues pour ce type de cours d'eau (absence d'espèces invasives, hydrologie similaire à celle du site de référence; densité, diversité et composition des espèces végétales satisfaisant les objectifs du District)	La végétation rivulaire et le régime hydrologique du cours d'eau s'éloignent fortement des conditions de référence attendues pour ce type de cours d'eau. Elles n'atteignent pas les critères visés
5. Indicateurs biologiques	L'habitat aquatique présent au sein du cours d'eau reflète la composition, la densité et la diversité ciblées tout en restant pérenne. Les résultats montrent une absence d'impacts à court terme de l'action écologique sur les populations d'espèces aquatiques endémiques	L'habitat aquatique présent au sein du cours d'eau ne reflète pas la composition, la densité ou la diversité ciblées ou présente de fortes variations interannuelles. Les résultats montrent des impacts négatifs engendrés par l'action écologique sur les populations d'espèces aquatiques endémiques

Fiche n° 14

Méthode quantitative
District de Norfolk
2007



■ FINALITÉ / PHILOSOPHIE DE LA MÉTHODE

La méthode a pour finalité de comparer des « débits » et des « crédits » et de déterminer in fine si la compensation envisagée est suffisante. Dans sa forme cette méthode est un peu plus détaillée que la plupart des autres et distingue 6 étapes :

- Étape 1 : évaluation de l'indice de condition du cours d'eau impacté
- Étape 2 : évaluation du facteur d'impact sur le cours d'eau
- Étape 3 : détermination des « débits »
- Étape 4 : évaluation du site support de la compensation
- Étape 5 : détermination des « crédits » de compensation
- Étape 6 : évaluation des « crédits » de compensation

■ ÉTAPE 1 - Évaluation de l'indice de condition du cours d'eau impacté (ICT)

L'indice de condition est basé sur l'évaluation de 4 paramètres :

- état du lit mineur ;
- occupation du sol des zones rivulaires ;
- habitats du cours d'eau ;
- altération du lit.

Paramètre « État du lit »

5 catégories « d'état du lit » sont proposées : état optimal (3) / état sous-optimal (2,4) / état marginal (2) / état pauvre (1,6) / état sévère (1).

Partie 2 - Fiches de synthèse des méthodes

Paramètre « occupation du sol des zones rivulaires »

La surface des zones rivulaires à évaluer correspond à 30 fois la longueur du tronçon évalué, à répartir équitablement de part et d'autre du cours d'eau. Selon la méthode, l'occupation idéale serait une ancienne forêt de feuillus occupant 100 % de la zone évaluée. Si l'occupation du sol est hétérogène, il est possible qu'elle regroupe différentes catégories d'indice de condition. Dans ce cas, chaque catégorie est notée et pondérée par le pourcentage occupé. Il faut ensuite déterminer un indice de condition (IC) pour chaque côté du cours d'eau et l'IC final est la moyenne des deux indices obtenus.

Paramètre « habitats du cours d'eau »

Aptitude des habitats à une colonisation efficace ou une utilisation par les poissons, les amphibiens et/ou les macro-invertébrés benthiques. Parmi les 4 catégories proposées, il est demandé de sélectionner la plus représentative du tronçon (état optimal (1,5) / état sous-optimal (1,2) / état marginal (0,9) / état pauvre (0,5)).

Paramètre « altération du lit »

Altérations physiques distinctes de l'impact engendrées par le projet. Parmi les 4 catégories proposées, il est demandé de sélectionner la plus représentative du tronçon (altérations négligeables (1,5) / altérations mineures (1,1 ou 1,3) / altérations modérées (0,7 ou 0,9) / altérations sévères (0,5)).

Cf. Tableaux infra : détail de ces différentes catégories (feuille de calcul).

■ ÉTAPE 2 - Évaluation du facteur d'impact sur le cours d'eau

Les différents types d'impact sont classés selon le niveau de dégradation qu'ils sont censés provoquer (le **facteur d'impact – FI**). Pour cela 4 catégories sont proposées : Sévère (FI = 1), Important (FI = 0,75), Modéré (FI = 0,5) et Négligeable (FI = 0).

Si de nombreux impacts se produisent au sein du tronçon évalué alors le FI le plus élevé est appliqué à l'ensemble du tronçon.

■ ÉTAPE 3 - Détermination des « débits »

« Débits » = LI * ICT * FI avec :

LI = linéaire impacté (correspond au linéaire total du cours d'eau impacté par le projet et avant impact)

ICT = indice de condition du tronçon (étape 1)

FI = facteur d'impact (étape 2)

Partie 2 - Fiches de synthèse des méthodes

Tableau des critères d'évaluation des « débits »

Critères	Options						
	Indice de condition du cours d'eau (ICT)						
État du lit mineur	Optimal 3	Sous-optimal 2,4		Marginal 2		Pauvre 1,6	Sévère 1
Occupation du sol des zones rivulaires	Optimal 1,5	Sous-optimal haut 1,2	Sous-optimal bas 1,1	Marginal haut 0,85	Marginal bas 0,75	Pauvre haut 0,6	Pauvre bas 0,5
Habitats du cours d'eau	Optimal 1,5		Sous-optimal 1,2		Marginal 0,9		Pauvre 0,5
Altérations du lit	Négligeables 1,5		Mineures 1,1 ou 1,3		Modérées 0,7 ou 0,9		Sévères 0,5
Facteur d'impact du projet (FI)	Sévère Perte sèche du lit (remblai, dérivation) - Ennoiemment – Création point dur (béton, gabions, blocs de béton, enrochements, buses contrepercées ou non) – Recalibrage, rescindement, rectification, curage 1		Important Consolidation ou protection des berges (béton, gabions, blocs de béton, enrochements, demi-buses) 0,75		Modéré Franchissement hydraulique avec piles du pont dans le lit mineur 0,5		Négligeable Ponts sans assise en lit mineur et en berge, générant des impacts provisoires sur le cours d'eau 0

Feuille de calcul des « débits »

Critères	Impact 1	Impact 2	Impact 3	Impact 4	Impact 5...
État du lit mineur					
Occupation du sol des zones rivulaires					
Habitats du cours d'eau					
Altération du lit					
ICT = (IC état du lit + IC occupation du sol + IC habitats du CE + IC altération du lit) / 5					
Facteur d'impact (FI)					
Linéaire de cours d'eau impacté (LI)					
Débits (D) = LI * ICT * FI					

Total des « débits » = $\sum (D) = \underline{\hspace{2cm}}$

■ ÉTAPE 4 - Évaluation du site support de la compensation

Cette étape comprend l'évaluation de l'état du site retenu pour mettre en œuvre la mesure compensatoire ainsi que la rédaction du plan conceptuel.

■ ÉTAPE 5 - Détermination des « crédits » de compensation

Les crédits sont évalués en sommant les crédits liés à l'activité de compensation réalisée et les éventuels crédits issus des facteurs correctifs FC.

Activité de compensation réalisée

Pour les cours d'eau, trois types d'action de compensation sont retenus : la restauration (crédit de 3,3 par mètre traité), l'amélioration avec des « structures » dans le cours d'eau (crédit de 1 par mètre traité) et l'amélioration relative à la stabilité des berges ou à l'accès aux plaines inondables (crédit de 0,29 à 0,5 par mètre).

Pour les écosystèmes rivulaires, 4 actions d'amélioration peuvent générer des crédits. Chaque action comprend la préservation des espaces considérés à perpétuité. Les actions retenues sont le rétablissement, des plantations importantes, des plantations légères et de la seule préservation.

- Rétablissement : les crédits pour cette activité sont donnés (de 0,2 à 0,4 par m² traité) lorsque des espèces de plantes invasives sont éliminées, que des espèces indigènes reviennent et que les zones traitées sont surveillées (pour s'assurer de l'élimination des espèces invasives et de la colonisation par les espèces indigènes).
- Plantations importantes : les crédits sont attribués (de 0,19 à 0,38 par m² traité) lorsque des plantations étendues sont nécessaires (exemple : au moins 100 tiges pour 1000 m²) et peuvent comporter des spécimens pourvus d'une motte de terre ou emballés selon des systèmes particuliers.
- Plantations légères : les crédits sont accordés (de 0,15 à 0,29 par m² traité) lorsque seules des plantations légères ou supplémentaires sont nécessaires. Cette activité impliquerait des plantations de faible densité, soit parce que de la végétation ou une source de graines est déjà présente, soit parce que le projet ne le justifie pas.
- Pour la seule préservation (pas de travaux proposés) les crédits générés (de 0,07 à 0,14 par m² traité) dépendent de l'indice de condition du tronçon (cf. Étape 1). Il est considéré comme « de haute qualité » si sa valeur est comprise entre 1,25 et 1,5 et comme « de basse qualité » si sa valeur est comprise entre 1 et 1,25. Si l'indice de condition du tronçon est inférieur à 1, la préservation ne sera que très rarement autorisée.

Facteurs correctifs - FC

Les facteurs correctifs, au nombre de 3, sont utilisés pour prendre en compte les circonstances exceptionnelles ou spécifiques au site de compensation. Chaque facteur correctif est déterminé par le service instructeur au sein d'une plage prédéfinie. **Ils sont appliqués en multipliant la longueur du tronçon sur laquelle ils s'appliquent par le niveau retenu.** La valeur obtenue s'ajoute alors aux « crédits » obtenus précédemment.

FC « espèces ou communautés rares, menacées et en danger » : l'augmentation des crédits est justifiée pour des sites qui montrent d'importants progrès dans la restauration, l'amélioration, ou la préservation des communautés ou individus d'espèces rares ou menacées et en danger. Il est nécessaire de considérer l'influence des activités à l'amont du site de compensation avant d'appliquer ce facteur correctif. Si les activités à l'amont du site empêchent l'apparition d'améliorations importantes, le facteur correct correspondant ne peut être justifié.

L'étendue de ce facteur correctif va de 0,1 à 0,3. Les critères suivants sont considérés dans la détermination des crédits :

- 1) l'indicateur de statut des espèces ;
- 2) la contribution de l'activité prévue à l'aide ou à la protection des espèces ;
- 3) si une activité protège l'habitat ou des localisations connues d'une espèce ;
- 4) la connexion aux autres corridors écologiques ;
- 5) le nombre d'espèces protégées.

Ce facteur correctif ne s'applique pas aux projets pour lesquels la compensation des espèces menacées et en danger est obligatoire.

FC « Mise à l'écart du bétail » : l'augmentation des crédits de compensation est justifiée pour les sites qui mettent le bétail à l'écart des rivières parce que cela améliore considérablement la qualité de l'eau et la stabilité des berges. La mise à l'écart du bétail consiste à installer des clôtures autour d'un cours d'eau et de la zone tampon riparienne adjacente pour en restreindre l'accès. Quelques franchissements et fosses d'abreuvement peuvent être autorisés, si nécessaire.

Les sites sur lesquels le bétail a été récemment placé pour pouvoir obtenir des crédits supplémentaires ne seront pas considérés pour ce facteur correctif. Ce dernier ne s'applique pas non plus aux sites qui, du fait de leur configuration ne peuvent pas accueillir de bétail.

Ce facteur correctif varie de 0,1 à 0,3 en fonction :

- 1) de la quantité de bétail mise à l'écart ;
- 2) des améliorations du niveau de qualité de l'eau et de la stabilité des berges.

FC « Maîtrise du ruissellement » : une augmentation des crédits de compensation peut être justifiée si le site de compensation intègre des mécanismes juridiques supplémentaires qui interdisent toute hausse des taux de ruissellement dans le bassin versant à des valeurs supérieures aux taux antérieurs, et si le site est conçu pour supporter les ruissellements actuels. Ces mécanismes juridiques peuvent prendre la forme d'une préservation de l'intégralité du bassin versant, ou de l'établissement de limitations des écoulements futurs. Ce facteur ne s'applique pas aux sites conçus pour supporter des augmentations ultérieures de ruissellements qui n'intègrent pas ces mécanismes juridiques supplémentaires. Ce facteur ne s'applique pas également si de telles limitations sont déjà en vigueur.

Ce facteur correctif varie de 0.1 à 0.3 en fonction :

- 1) de la nature de la limitation ;
- 2) du niveau de préservation ou de protection fourni ;
- 3) de la plus-value apportée au cours d'eau.

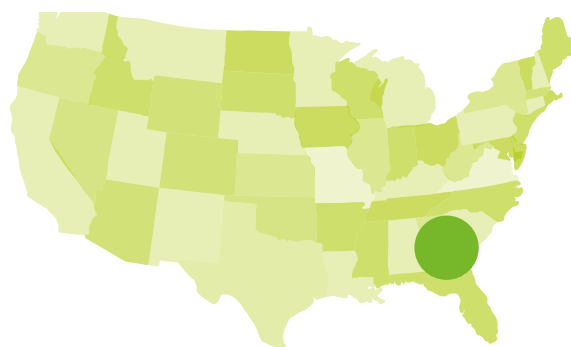
■ ÉTAPE 6 - Évaluation de la compensation proposée

Les crédits de compensation totaux sont égaux aux crédits de restauration + crédits d'amélioration + crédits « écosystèmes rivulaires » + crédits des facteurs correctifs.

La compensation est quantitativement acceptable si les « débits » calculés sont égaux aux « crédits » calculés.

Fiche n° 15

Méthode quantitative
District de Savannah
État de Géorgie - 2011



■ FINALITÉ / PHILOSOPHIE DE LA MÉTHODE

Présentée comme rapide, la méthode n'est pas spécifique aux cours d'eau et s'applique également aux zones humides et étendues d'eau libre. Cependant, seuls les éléments concernant les cours d'eau sont ici présentés.

Elle a pour objectif de comparer les « crédits » issus de la compensation projetée et les « débits » engendrés par un projet. Elle permet de vérifier l'éligibilité des mesures proposées au titre de la compensation, celle-ci n'étant possible que si les « crédits totaux » générés sont supérieurs ou égaux aux « débits totaux ». Il s'agit également d'une méthode susceptible d'évoluer, au regard des retours d'expérience.

Conditions d'application

la méthode s'applique à tous les projets impactant un linéaire supérieur ou égal à 30 mètres linéaires de cours d'eau. En deçà de ce seuil la mise en place de mesures compensatoire n'est pas systématique. Lorsque le projet impacte plus de 30 mètres linéaires, le maître d'ouvrage peut se soustraire à la méthode en appliquant une méthode très simplifiée : les débits sont évalués en multipliant le linéaire de cours d'eau impacté par 6,5.

■ DÉTERMINATION DES DÉBITS – CRITÈRES RETENUS - VALEURS

La détermination des « débits » est évaluée via la mobilisation de six critères d'ajustement. Pour chaque critère, plusieurs cas sont proposés et une valeur est associée à chaque cas. Les valeurs retenues sont sommées puis le résultat est multiplié par le linéaire de tronçon impacté pour déterminer les « débits » associés à chaque tronçon impacté. La méthode est à répéter tronçon par tronçon le cas échéant pour évaluer les « débits » totaux (cf. Infra tableau des critères d'évaluation des « débits » et feuille de calcul des « débits »).

- **Type de cours d'eau impacté** : intermittent (0,1) / permanent avec une largeur > à 4,5 m (0,4) / permanent avec une largeur < = à 4,5 m (0,8).
- **Niveau d'enjeux du cours d'eau impacté** : prioritaire (1,5) / secondaire (0,8) / tertiaire (0,5).
- **État actuel** : tronçon de cours d'eau entièrement fonctionnel (1) / légèrement perturbé (0,5) / entièrement perturbé (0,25).
- **Durée de l'impact** : temporaire, soit moins d'un an (0,05) / périodique pour des impacts répétés mais de très courte durée (0,1) / permanent, soit plus d'un an (0,2).

Partie 2 - Fiches de synthèse des méthodes

- **Activité dominante à l'origine de l'impact** : 9 catégories d'impacts sont identifiées avec des valeurs allant de 0,05 pour une modification de la luminosité à 3 pour un remblai ou une dérivation de cours d'eau.

- **Facteur d'échelle** : facteur fondé sur la longueur cumulée de cours d'eau impactée par le type d'activité. 5 classes sont proposées : moins de 30 m (0) / entre 30 et 60 m (0,05) / entre 60 et 150 m (0,1) / entre 150 et 300 m (0,2) / plus de 300 m (0,4 tous les 300 m de cours d'eau).

La somme initiale de chacun des critères (hors « facteur d'échelle ») est au minimum de 0,95 et au maximum de 6,5.

Tableau des critères d'évaluation des « débits »

Critères	Options								
	Type de cours d'eau	Intermittent 0,1			Permanent				
				Largeur <= 4,5 m 0,8			Largeur > 4,5 m 0,4		
Niveau d'enjeux du cours d'eau	Tertiaire 0,50			Secondaire 0,8			Prioritaire 1,50		
État actuel	Entièrement perturbé 0,25			Légèrement perturbé 0,50			Entièrement fonctionnel 1		
Durée de l'impact	Temporaire (< 1 an) 0,05			Impacts répétés mais de courte durée (< 1 an) 0,10			Permanent (plus de 1 an) 0,20		
Activité à l'origine de l'impact	Modification de la luminosité (défrichage, ombrage) 0,05	Installation d'un gazoduc ou autres ouvrages engendrant un impact provisoire 0,4	Consolidation ou protection des berges 0,7	Gestion des eaux pluviales, régulation des débits de crue (< 3 jours) 1,5	Busage partiel** 1,7	Ennoie-ment (barrage, seuils transversaux) 2,7	Reca-librage, rescinde-ment, recti-fication, curage 2,7	Busage complet** 3,0	Remblai, dérivation 3,0
Impact cumulé* (dit « facteur d'échelle ») IC	< 30 m 0		30 < IC < 60 m 0,05	60 < IC < 150 m 0,1	150 < IC < 300 m 0,2	IC > 300 m 0,4 tous les 300 m			

* Impact cumulé : longueur cumulée de cours d'eau impacté par le type d'activité.

** Un busage partiel correspond à un OH de moins de 30 m de long et qui ne modifie pas les vitesses d'écoulement entre l'amont et l'aval. Un busage complet correspond à un OH de plus de 30 m de long OU modifiant les vitesses d'écoulement entre l'amont et l'aval.

Feuille de calcul des « débits »

Critères	Impact 1	Impact 2	Impact 3	Impact 4	Impact 5...
Type de cours d'eau					
Niveau d'enjeux du cours d'eau					
État actuel					
Durée de l'impact					
Activité dominante à l'origine de l'impact					
Impact cumulé					
Somme des valeurs retenues pour chaque critère (Sd)					
Linéaire de cours d'eau impacté (LI)					
Débits (D) = Sd x LI					

Total des « débits » = $\sum(D_i)$ _____

■ DÉTERMINATION DES CRÉDITS – CRITÈRES RETENUS - VALEURS

Dans cette méthode, les mesures compensatoires « cours d'eau » ne sont pas limitées au cours d'eau stricto-sensu mais intègrent les actions portant sur les corridors adjacents ou écosystèmes rivulaires.

Les « crédits » sont évalués via la mobilisation de plusieurs critères d'ajustement. Il est d'abord nécessaire d'évaluer individuellement les « crédits cours d'eau » et les « crédits écosystèmes rivulaires » pour déterminer les « crédits » totaux au final. Les critères proposés peuvent être communs (« cours d'eau » et « écosystèmes rivulaires ») ou spécifiques.

Les crédits « cours d'eau » comprennent obligatoirement des actions sur les écosystèmes rivulaires sur un **minimum de 7,5 m** de part et d'autre du cours d'eau. Les actions réalisées au-delà de cette limite sont à flécher comme action sur les « écosystèmes rivulaires ». Pour ces derniers, les actions doivent être mises en œuvre sur plus de 7,5 m de large pour générer des crédits.

Au titre de la compensation, la méthode limite les actions écologiques possibles à 3 activités :

- stabilisation des berges ;
- suppression d'ouvrages ;
- ou restauration de cours d'eau. Pour cette dernière activité, 4 niveaux sont retenus (cf. Infra).

Pour déterminer les crédits, une valeur est associée à chaque critère d'ajustement. Les valeurs retenues sont sommées puis le résultat est multiplié par le linéaire de tronçon traité (cf. Infra tableau des critères d'évaluation des « crédits » et feuille de calcul des « crédits »).

Critères communs « cours d'eau » et « écosystèmes rivulaires »

- **Modalités de suivis de l'efficacité de la mesure compensatoire** (la valeur associée à chaque niveau est différente selon que l'on s'intéresse au cours d'eau (CE) ou aux écosystèmes rivulaires (ER)) : 4 niveaux de suivis sont retenus. Minimum (0) / Moyen (0,3 pour les CE et 0,2 pour les ER) / Important (0,4 pour les CE et 0,25 pour les ER) / Excellent (1 pour les CE et 0,3 pour les ER).

- **Niveau d'enjeux du cours d'eau sur lequel porte la compensation** : prioritaire (1 pour les CE et 0,7 pour les ER) / secondaire (0,2) / tertiaire (0,05).

- **Échéancier de mise en œuvre de la mesure compensatoire** : trois programmes sont proposés (ce critère s'applique dans tous les cas sauf pour des actions de préservation ou d'amélioration des ER) mais la valeur associée à chaque niveau est différente selon que l'on s'intéresse au cours d'eau (CE) ou aux écosystèmes rivulaires (ER). Soit les mesures compensatoires seront achevées après la survenue des impacts (programme 3 : 0) / soit les mesures compensatoires sont achevées en même temps que les impacts (programme 2 : 0,1 pour les CE et 0,05 pour les ER) / soit 100 % des actions de compensation sont terminées avant que les impacts ne se produisent (programme 1 : 0,5 pour les CE et 0,15 pour les ER). Les banques de compensation utilisent le programme 2.

- **Protection du site**. Seuls trois cas sont retenus : clause restrictive pour le cours d'eau et au moins 7,5 m d'écosystèmes rivulaires de part et d'autre du CE (0,1) / clause restrictive + servitude de conservation ou protection publique (0,3) / clause restrictive + servitude de conservation + protection publique (0,5).

Critères spécifiques « cours d'eau »

- **Plus-value écologique** : stabilisation des berges (2) / suppression d'ouvrages (4 à 8) / restauration et dérivation de cours d'eau (1 pour la préférence n° 4, 4 pour la préférence n° 3 et 8 pour la préférence n° 1 ou n° 2) (cf. Infra).

Partie 2 - Fiches de synthèse des méthodes

Critères spécifiques « écosystèmes rivulaires »

- **Plus-value écologique** : une valeur différente est accordée en fonction de l'action retenue (de 0 à 2) – cf. Tableau infra.

- **Bonus « action réalisée sur les deux rives »** : si l'action réalisée concerne les deux rives, alors une valeur supplémentaire constituée par la moyenne des valeurs de l'action réalisée sur chacune des deux rives est retenue.

- **Crédit supplémentaire relatif aux clauses restrictives** : clause restrictive placée sur le cours d'eau (0,05) / clause restrictive et servitude de conservation placée sur le cours d'eau (0,1).

La somme initiale de chacun des critères pour les cours d'eau est au minimum de 1,15 et au maximum de 11.

La somme initiale de chacun des critères pour les écosystèmes rivulaires (hors « bonus 2 rives ») est au minimum de 0,2 et au maximum de 3,75.

Tableau des critères d'évaluation des « crédits »

Critères	Options					
	Cours d'eau					
Modalités de suivi de l'efficacité de la MC « cours d'eau »	Minimum 0	Moyen 0,3	Important 0,4	Excellent 1		
Niveau d'enjeux	Tertiaire 0,05		Secondaire 0,2		Prioritaire 1	
Échéancier de mise en œuvre des MC	Après la survenue des impacts 0		En même temps que la survenue des impacts** 0,1		Avant la survenue des impacts 0,5	
Sécurisation foncière	Clause restrictive pour le CE et au moins 7,5 m de rives sécurisées de part et d'autre du tronçon 0,1		Clause restrictive pour le CE + servitude de conservation ou de protection publique 0,3		Clause restrictive pour le CE + servitude de conservation + protection publique 0,5	
Plus-value écologique	Restauration des berges 2	Suppression d'ouvrages 4 à 8	Restauration de cours d'eau			
			Préférence n° 1 8	Préférence n° 2 8	Préférence n° 3 4	Préférence n° 4 1
Écosystèmes rivulaires						
Modalités de suivi de l'efficacité de la MC « écosystèmes rivulaires »	Minimum 0	Moyen 0,2	Important 0,25	Excellent 0,3		
Niveau d'enjeux	Tertiaire 0,05		Secondaire 0,2		Prioritaire 0,7	
Échéancier de mise en œuvre des MC*	Après la survenue des impacts 0		En même temps que la survenue des impacts** 0,05		Avant la survenue des impacts 0,15	
Sécurisation foncière	Clause restrictive pour le CE et au moins 7,5 m de rives sécurisées de part et d'autre du tronçon 0,1		Clause restrictive pour le CE + servitude de conservation ou de protection publique 0,3		Clause restrictive pour le CE + servitude de conservation + protection publique 0,5	
Plus-value écologique	Valeur différente en fonction de l'action retenue (de 0 à 2) – cf. Tableau infra					
Bonus « 2 rives »	Si l'action réalisée concerne les deux rives, alors une valeur supplémentaire constituée par la moyenne des valeurs de l'action réalisée sur chacune des deux rives est retenue					
Crédit supplémentaire « clause restrictive »	Clause restrictive placée sur le cours d'eau 0,05			Clause restrictive et servitude de conservation placée sur le cours d'eau 0,1		

* Ce critère s'applique à tous les cas sauf lors d'actions de préservation ou d'amélioration des écosystèmes rivulaires.

** Valeur appliquée aux banques de compensation.

Partie 2 - Fiches de synthèse des méthodes

Valeurs d'ajustement des « crédits » accordées en fonction de l'action réalisée au niveau des écosystèmes rivulaires

		% de la rive pour laquelle des plantations sont effectuées				
		Restauration complète Plantations entre 71 et 100 %	Restauration partielle Plantations entre 41 et 70 %	Restauration modérée Plantations entre 10 et 40 %	Restauration faible Plantations < 10 %	Préservation Aucune plantation
Largeur Minimale de l'écosystème rivulaire (sur un côté du cours d'eau): LMR*	4 × LMR	2	1,6	0,8	0,4	0,3
	3 × LMR	1,5	1,2	0,6	0,3	0,2
	2 × LMR	1	0,8	0,4	0,2	0,1
	1 × LMR	0,3	0,2	0,1	0	0

* LMR = 15 m + 60 cm par % de pente

Feuille de calcul des crédits « cours d'eau »

Critères	Gain 1	Gain 2	Gain 3	Gain 4	Gain 5	Gain 6...
Cours d'eau						
Modalités de suivi de l'efficacité de la MC « cours d'eau »						
Niveau d'enjeux						
Échéancier de mise en œuvre des MC						
Sécurisation foncière						
Plus-value écologique						
Somme des valeurs retenues pour chaque critère (Sc)						
Linéaire du tronçon de cours d'eau compensé (LT)						
Crédits « cours d'eau » (C_{CE}) = Sc × LT						
Écosystèmes rivulaires						
Modalités de suivi de l'efficacité de la MC « cours d'eau »						
Niveau d'enjeux						
Échéancier de mise en œuvre des MC*						
Sécurisation foncière						
Plus-value écologique						
Bonus « 2 rives »						
Crédit supplémentaire « clause restrictive »						
Somme des valeurs retenues pour chaque critère (Sc)						
Linéaire de rive compensé (LTr)						
Crédits « écosystèmes rivulaires » (C_{ER}) = Sc × LTr						

Crédits totaux générés Ct = $\sum(C_{CE} + C_{ER}) =$ ____

■ TERMES DÉFINIS – RAPPELS CONCEPTUELS

Restauration du cours d'eau

Elle fait référence aux actions transformant un cours d'eau incisé et instable, en un cours d'eau au fonctionnement naturel, prenant en compte les états récents et futurs du bassin versant. La restauration du cours d'eau sera éligible à la compensation pour les cours d'eau ayant un état initial « complètement dégradé », et à la discrétion de l'USACE, pour les cours d'eau « légèrement dégradés ».

Dérivation du cours d'eau

Elle consiste à déplacer le lit mineur d'un cours d'eau existant et à le reconstituer dans un nouvel endroit pour permettre à un projet autorisé de s'installer à l'emplacement précédent du cours d'eau. **La dérivation d'un cours d'eau « fonctionnel » ou engendrant une perte sèche de linéaire ne peut, en aucun cas, donner lieu à des crédits de compensation.** Seules certaines conditions de réalisation de ces dérivations peuvent être acceptées au titre de la compensation (préférence 1 dans cette méthode). Exemples : réinstallation d'un lit mineur anciennement dérivé dans son thalweg naturel initial (fond de la vallée) et reconstitution des conditions morphologiques naturels du cours d'eau ; augmentation du linéaire au regard de l'ancien lit dérivé, notamment par reconstitution du calage en altitude initial, augmentation de la sinuosité (reméandrage), amélioration des conditions morphologiques du lit mineur dans le nouveau lit créé au regard de l'ancien lit, etc.

La conception d'un cours d'eau restauré ou dérivé au titre de la compensation doit se baser sur les conditions morphologiques dites « de référence » du cours d'eau (incluant les rapports de forme pente/sinuosité, largeur/profondeur à débit de plein bord (Qpb), alternance faciès/largeur du lit mineur, etc.), le rétablissement hydraulique et le rétablissement du transport solide issus du bassin versant amont.

Quatre niveaux de restauration ou de dérivation de cours d'eau sont retenus :

- **Préférence 1 de restauration / dérivation** : excavation d'un cours d'eau classé C ou E (classification des cours d'eau de Rosgen) pour remplacer un cours d'eau retranché classé G ou F.
- **Préférence 2 de restauration** : création d'un cours d'eau stable classé C ou E à la hauteur actuelle du cours d'eau (ou à une hauteur supérieure), pour remplacer un cours d'eau retranché classé G ou F.
- **Préférence 3 de restauration** : amélioration de la classe d'un cours d'eau sans une plaine d'inondation active mais avec une zone sujette aux inondations (exemple, cours d'eau classé G qui passe à B).
- **Préférence 4 de restauration** : stabilisation d'un cours d'eau incisé en place en utilisant des structures dans le cours d'eau et des techniques de bio-ingénierie.

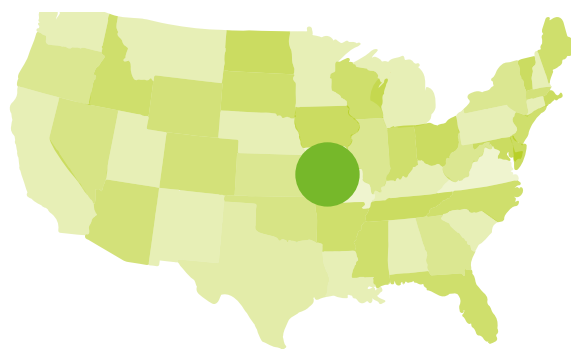
Restauration et préservation des écosystèmes rivulaires, amélioration de l'habitat

Ces mesures ne sont pas autorisées sur les cours d'eau « complètement dégradés ».

- **Restauration des écosystèmes rivulaires** : rétablissement des stations de végétation endémique bien enracinée (arbres, arbustes, et espèces herbacées) dans les zones adjacentes aux systèmes fluviaux.
- **Préservation des écosystèmes rivulaires** : conservation de toutes les zones déjà bien végétalisées adjacentes aux systèmes fluviaux. **La préservation des écosystèmes rivulaires ne peut pas représenter plus de 50 % des « crédits » générés** par une banque de compensation ou exigés pour compenser un unique projet.
- **Amélioration de l'habitat des écosystèmes rivulaires** : mise en œuvre d'activités améliorant la fonction biologique d'un écosystème rivulaire actuel pouvant comprendre la plantation de végétation de sous-bois, d'arbres de la canopée, et/ou d'amélioration du peuplement forestier. L'amélioration de l'habitat des écosystèmes rivulaires est uniquement applicable aux sites qui supportent déjà des stations de végétation endémique ; les activités proposées pour l'amélioration de l'habitat des écosystèmes rivulaires doivent être approuvées par l'USACE.

Fiche n° 16

Méthode quantitative État du Missouri 2013



■ FINALITÉ / PHILOSOPHIE DE LA MÉTHODE

La méthode est présentée comme rapide. Elle s'applique quel que soit le mécanisme de compensation retenu (banque, rémunération de remplacement et mise en œuvre directement par le pétitionnaire). Elle est susceptible d'évoluer, notamment au regard de nouvelles directives qui pourraient s'appliquer.

Elle compare les « crédits » issus de la compensation projetée et les « débits » engendrés par un projet. Elle permet de vérifier l'éligibilité des mesures proposées au titre de la compensation, celle-ci n'étant possible que si les « crédits totaux » générés sont supérieurs ou égaux aux « débits totaux ».

■ DÉTERMINATION DES DÉBITS – CRITÈRES RETENUS - VALEURS

La détermination des « débits » est évaluée via la mobilisation de six critères. Pour chacun d'entre eux, plusieurs cas sont proposés et une valeur est associée à chaque cas. Les valeurs retenues sont additionnées puis le résultat est multiplié par le linéaire de tronçon impacté pour déterminer les « débits » associés à chaque tronçon impacté. La méthode est à répéter tronçon par tronçon le cas échéant pour évaluer les « débits totaux » (cf. Infra tableau des critères d'évaluation des « débits » et feuille de calcul des « débits »).

- **Type de cours d'eau impacté** : éphémère (0,3) / intermittent avec bassins saisonniers (0,4) / permanent (0,8).

- **Niveau d'enjeux du cours d'eau impacté** : prioritaire (0,8) / secondaire (0,4) / tertiaire (0,1)

- **État actuel** : tronçon de cours d'eau entièrement fonctionnel (1,6) / légèrement perturbé (0,8) / entièrement perturbé (0,1).

- **Durée de l'impact** : temporaire (0,05) / permanent (0,3).

- **Activité dominante à l'origine de l'impact** : les mêmes 9 catégories d'impacts identifiées dans la méthode de l'État de l'Illinois sont proposées et il faut retenir l'impact dominant sur le tronçon étudié.

- **Cumul de l'impact** : facteur multiplicateur lié au linéaire total de cours d'eau impacté (0,0002 multiplié par la longueur impacté par le type d'activité).

La somme initiale de chacun des critères (hors cumul de l'impact) est au minimum de 0,6 et au maximum de 6.

Partie 2 - Fiches de synthèse des méthodes

Tableau des critères d'évaluation des « débits »

Critères	Options								
Type de cours d'eau	Éphémère 0,3			Intermittent avec bassin saisonnier 0,4			Permanent 0,8		
Niveau d'enjeux du cours d'eau	Tertiaire 0,1			Secondaire 0,4			Prioritaire 0,8		
État actuel	Entièrement perturbé 0,1			Légèrement perturbé 0,8			Entièrement fonctionnel 1,6		
Durée de l'impact	Temporaire (< 6 mois et retour à l'état initial de l'écosystème) 0,05			Permanent (perte irréversible de certaines fonctions et services) 0,3					
Activité dominante à l'origine de l'impact*	Défrichement 0,05	Installation d'un gazoduc ou autres ouvrages engendrant un impact provisoire 0,15	Busage partiel** ou pont avec assise en berge 0,3	Protection ou consolidation d'une seule berge 0,5	Gestion des eaux pluviales, régulation/atténuation des débits de crue 0,75	Recalibrage, rescindement, rectification, curage 1,5	Ennoie-ment (barrage, seuils transversaux) 2	Busage complet** 2,2	Remblai, dérivation 2,5
Impact cumulé IC***	0,0002 × linéaire total de cours d'eau impacté par l'activité								

* Il faut retenir l'activité la plus impactante sur le tronçon étudié.

** Un busage partiel correspond à un OH de moins de 30 m de long et qui ne modifie pas les vitesses d'écoulement entre l'amont et l'aval. Un busage complet correspond à un OH de plus de 30 m de long OU modifiant les vitesses d'écoulement entre l'amont et l'aval.

*** Impact cumulé: facteur multiplicateur lié au linéaire total de cours d'eau impacté.

Feuille de calcul des « débits »

Critères	Impact 1	Impact 2	Impact 3	Impact 4	Impact 5...
Type de cours d'eau					
Niveau d'enjeux du cours d'eau					
État actuel					
Durée de l'impact					
Activité dominante à l'origine de l'impact					
Impact cumulé					
Somme des valeurs retenues pour chaque critère (Sd)					
Linéaire de cours d'eau impacté (LI)					
Débits (D) = Sd × LI					

Total des « débits » = $\sum(D)$ _____

■ DÉTERMINATION DES CRÉDITS – CRITÈRES RETENUS - VALEURS

Dans cette méthode, les mesures de compensation « cours d'eau » ne sont pas limitées au cours d'eau stricto-sensu mais intègrent les actions portant sur les corridors adjacents ou écosystèmes rivulaires.

La détermination des « crédits » est évaluée via la mobilisation de plusieurs critères. Il est d'abord nécessaire d'évaluer individuellement les « crédits cours d'eau » et les « crédits écosystèmes rivulaires » pour déterminer les « crédits » totaux au final. Les critères proposés peuvent être communs (« cours d'eau » et « écosystèmes rivulaires ») ou spécifiques.

Pour chaque critère, plusieurs cas sont proposés et une valeur est associée à chaque cas. Les valeurs retenues sont additionnées puis le résultat est multiplié par le linéaire de tronçon traité pour déterminer les « crédits » associés (cf. Infra tableau des critères d'évaluation des « crédits » et feuille de calcul des « crédits »).

Critères communs « cours d'eau » et « écosystèmes rivulaires »

- **Type de cours d'eau** : éphémère (0,15) / intermittent avec bassins saisonniers (0,2) / permanent (0,4).

- **Échéancier de mise en œuvre de la mesure compensatoire** : trois programmes sont proposés (ce critère s'applique dans tous les cas sauf pour une action de protection des écosystèmes rivulaires) mais la valeur associée à chaque niveau est différente selon que l'on s'intéresse au cours d'eau (CE) ou aux écosystèmes rivulaires (ER). Soit moins de 50 % des actions de compensation seront terminées avant ou en même temps que les impacts (programme 3 : 0 pour les CE et les ER) / soit entre 50 % et 80 % des actions de compensation seront terminées avant ou en même temps que les impacts (programme 2 : 0,1 pour les CE et 0,05 pour les ER) / soit plus de 80 % des actions de compensation seront terminées avant que les impacts ne se produisent (programme 1 : 0,3 pour les CE et 0,15 pour les ER).

Si la mise en œuvre se fait par le biais d'une banque de compensation, le programme 1 est retenu, si c'est par le biais d'une rémunération de remplacement, c'est le programme 3.

- **Protection du site** : les actions de compensation doivent être sécurisées « à perpétuité ». Ce critère concerne l'outil foncier qui sera utilisé. Seuls deux cas sont retenus : restriction par acte de vente (0,1) ou autre moyen garantissant une sécurité plus élevée tel que clause restrictive ou servitude de conservation ou cession à un organisme de conservation à but non lucratif (0,4).

Critères spécifiques « cours d'eau »

- **Niveau d'enjeu du cours d'eau sur lequel porte la compensation** : prioritaire (0,4) / secondaire (0,2) / tertiaire (0,05).

- **Plus-value écologique** : c'est au service instructeur de déterminer au cas par cas la plus-value écologique des actions de compensation proposées. Elle peut être considérée comme excellente (3,5) / correcte (2,4) / modérée (1,2) / ou spécifique aux actions de création ou de dérivation de cours d'eau (0,5).

Critères spécifiques « écosystèmes rivulaires »

- **Action réalisée** : une valeur différente est accordée en fonction de l'action retenue (création et restauration ou amélioration ou préservation) et de la largeur traitée. Notons qu'une action doit être mise en œuvre au minimum sur une largeur supérieure à 15,2 m pour générer des « crédits ». La valeur à retenir va donc de 0,13 (pour une action de préservation mise en œuvre sur une largeur de 15,2 m au minimum et inférieure à 22,9 m) à 1,1 (pour une action de création et restauration mise en œuvre sur une largeur supérieure ou égale à 91,5 m). Des adaptations concernant la largeur minimale à traiter peuvent être retenues en fonction de la topographie ou pour des petits cours d'eau.

- **Bonus « action réalisée sur les deux rives »** : si l'action réalisée concerne les deux rives, alors une valeur supplémentaire constituée par la moyenne des valeurs de l'action réalisée sur chacune des deux rives est retenue.

- **Décalage temporel** : ce critère vise à prendre en compte la durée requise pour atteindre un niveau de capacité fonctionnelle comparable à celui qui existait sur le site impacté. 4 possibilités : moins de 5 ans (0) / entre 5 et 10 ans (-0,1) / entre 10 et 20 ans (-0,2) / plus de 20 ans (-0,3).

La somme initiale de chacun des critères pour les cours d'eau est au minimum de 0,8 et au maximum de 5.

La somme initiale de chacun des critères pour les écosystèmes rivulaires (hors « bonus deux rives ») est au minimum de 0,08 et au maximum de 2,25.

Linéaire traité

Le linéaire de cours d'eau à prendre en compte lors du calcul des crédits varie en fonction des actions écologiques réalisées :

- suppression d'ouvrages de franchissement hydraulique avec assise en lit mineur et en berge (basses eaux) : le document renvoie à des lignes directrices particulières existant sur ce sujet ;
- stabilisation des écosystèmes rivulaires : le linéaire à considérer est fondé sur la longueur du dispositif ;
- effacement, arasement ou création d'une encoche sur une digue artificielle : le linéaire à considérer correspond à l'étendue longitudinale que produira une inondation le long du cours d'eau et sur laquelle le pétitionnaire mettra en œuvre des outils fonciers contraignant ;
- création : le linéaire à considérer est fondé sur la longueur totale du nouveau lit créé.

Pour toutes les autres actions, ce linéaire est **déterminé au cas par cas par le service instructeur**.

Facteur de compensation

Ce critère s'applique uniquement si la compensation est mise en œuvre directement par le pétitionnaire. Seuls deux cas sont retenus : la mesure compensatoire respecte l'équivalence géographique et écologique (facteur de 1). Par contre si la mesure compensatoire ne respecte pas les conditions d'équivalence géographique souhaitées (même bassin versant) ou ne respecte pas totalement les conditions d'équivalence écologique, alors un facteur de 0,5 doit être appliqué.

Partie 2 - Fiches de synthèse des méthodes

Tableau des critères d'évaluation des « crédits »

Critères	Options			
Cours d'eau				
Type de cours d'eau	Éphémère 0,15	Intermittent avec « bassins saisonniers » 0,2		Permanent 0,4
Niveau d'enjeux	Tertiaire 0,05	Secondaire 0,2		Prioritaire 0,4
Plus-value écologique	Faible (dérivation de cours d'eau sous conditions*) 0,5	Modérée 1,2	Correcte 2,4	Excellente 3,5
Échéancier de mise en œuvre des MC	Moins de 50 % des actions terminées avant ou en même temps que les impacts** 0	Entre 50 % et 80 % des actions terminées avant ou en même temps que les impacts** 0,1		Plus de 80 % des actions terminées avant ou en même temps que les impacts** 0,3
Sécurisation foncière	Restriction par acte de vente 0,1		Autre modalité plus sécurisée (clause restrictive, servitude de conservation, cession à une ONG) 0,4	
Écosystèmes rivulaires				
Type de cours d'eau	Éphémère 0,15	Intermittent avec bassins saisonniers 0,2		Permanent 0,4
Niveau d'enjeux	Tertiaire 0,05	Secondaire 0,2		Prioritaire 0,4
Plus-value écologique	Variable en fonction des actions écologiques réalisées et de la largeur de la rive traitée cf. Tableau infra			
Bonus « deux rives »	Ajout moyenne des valeurs des deux actions menées sur chacune des deux rives			
Sécurisation foncière	Restriction par acte de vente 0,05		Autre modalité plus sécurisée (clause restrictive, servitude de conservation, cession à une ONG) 0,2	
Échéancier de mise en œuvre des MC	Moins de 50 % des actions terminées avant ou en même temps que les impacts 0	Entre 50 % et 80 % des actions terminées avant ou en même temps que les impacts 0,05		Plus de 80 % des actions terminées avant ou en même temps que les impacts** 0,15
Décalage temporel ***	< 5 ans 0	5 ans < durée < 10 ans -0,1	10 < durée < 20 ans -0,2	> 20 ans -0,3
Facteur de compensation	Les impacts sont situés dans le périmètre d'une banque de compensation et la MC respecte l'équivalence géographique et écologique 1		Les impacts ne sont pas situés dans le périmètre d'une banque de compensation OU la MC ne respecte pas les conditions d'équivalence géographique souhaitées ou les conditions d'équivalence écologique 0,5	

* Cf. Conditions à l'éligibilité de ce type de travaux au titre de la compensation laissée à l'appréciation de l'USACE (service instructeur). Cf. § définitions / concepts décrits ci-dessous.

** La valeur de 0,1 est attribuée aux rémunérations de remplacement. La valeur de 0,3 est attribuée aux banques de compensation. *** Il s'agit de la durée nécessaire pour atteindre un niveau de fonctionnalité de l'écosystème rivulaire comparable à celui qui existait sur le site impacté avant la réalisation des travaux.

Partie 2 - Fiches de synthèse des méthodes

Valeurs d'ajustement des « crédits » accordées en fonction de l'action réalisée au niveau des écosystèmes rivulaires

Largeur de l'écosystème rivulaire (sur un côté du cours d'eau) supérieure ou égale à :		Pourcentage de la zone nécessitant des plantations		
		Création et restauration : élimination de plantes exotiques et plantations entre 51 et 100 %	Amélioration : élimination de plantes exotiques et plantations entre 10 et 50 %	Préservation : plantations sur moins de 10 %
300 pieds	91,5 m	1.10	0.55	0.27
275 pieds	83,9 m	1.05	0.52	0.26
250 pieds	76,3 m	1.00	0.50	0.25
225 pieds	68,6 m	0.95	0.47	0.24
200 pieds	60,1 m	0.90	0.45	0.23
175 pieds	53,3 m	0.85	0.42	0.21
150 pieds	45,7 m	0.80	0.40	0.20
125 pieds	38,1 m	0.75	0.38	0.19
100 pieds	30,5 m	0.70	0.35	0.18
75 pieds	22,9 m	0.60	0.30	0.15
50 pieds	15,2 m	0.50	0.25	0.13
25 pieds (obligatoire)	7,6 m	s.o.	s.o.	s.o.

Feuille de calcul des « crédits »

Critères	Gain 1	Gain 2	Gain 3	Gain 4	Gain 5	Gain 6...
Cours d'eau						
Type de cours d'eau						
Niveau d'enjeux						
Plus-value écologique						
Échéancier de mise en œuvre de la MC						
Sécurisation foncière						
Somme des valeurs retenues pour chaque critère (Sc)						
Linéaire du tronçon de cours d'eau compensé (LT)						
Crédits « cours d'eau » (C_{CE}) = Sc * LT						
Écosystèmes rivulaires						
Type de cours d'eau						
Niveau d'enjeux						
Plus-value écologique						
Échéancier de mise en œuvre de la MC						
Sécurisation foncière						
Bonus « deux rives »						
Décalage temporel						
Somme des valeurs retenues pour chaque critère (Sc)						
Linéaire de rive compensé (LTr)						
Crédits « écosystèmes rivulaires » (C_{ER}) = Sc * LTr						
Facteur de compensation Fc						
Crédits totaux générés (Ct) = (C_{CE} + C_{ER}) * Fc						

$$\text{Crédits totaux générés (Ct)} = \sum [(C_{CE} + C_{ER}) \times Fc] = \underline{\hspace{2cm}}$$

■ TERMES DÉFINIS – RAPPELS CONCEPTUELS

Niveau d'enjeux du cours d'eau

Trois niveaux d'enjeux sont retenus dans cette méthode qui précise que si un cours d'eau prioritaire doit être impacté, alors la compensation doit mettre l'accent sur le respect du principe de proximité spatiale.

Durée de l'impact

Pour qualifier la durée de l'impact, il est précisé que les impacts **temporaires** sont ceux qui se produisent au cours d'une période inférieure à 6 mois mais avec la récupération de l'état du système. Les impacts sont considérés comme **permanents** dès lors que l'activité à l'origine de l'impact aboutira à une perte permanente de certaines fonctions et services aquatiques.

Évaluation de l'état actuel

Dans cette méthode, les tronçons de cours d'eau sont supposés être « **légèrement perturbé** » à moins que le service instructeur n'en décide le contraire avec un classement « **entièrement fonctionnel** » ou « **entièrement perturbé** ». La méthode propose ensuite la liste des conditions à remplir pour que le tronçon puisse être qualifié de « entièrement fonctionnel » ou de « entièrement perturbé ».

Type d'activité / type d'impact

Neuf catégories d'impact sont utilisées :

1. La « **protection** » correspond à l'enrochement des berges ou l'utilisation de dispositifs plus « durs » (plaques bétonnées pour des murs de soutènement) tout en laissant le lit du cours d'eau intact. L'action de caler un enrochement le long du pied de berge est une pratique acceptable.

Nota : la protection / consolidation du fond du lit mineur et des berges des cours d'eau avec des enrochements ou l'installation d'un mur de soutènement le long des deux berges est considéré comme un « changement morphologique ».

2. Le « **busage partiel des cours d'eau** » concerne le rétablissement hydraulique du cours d'eau par des tuyaux, des buses ou autres dispositifs fermés à des fins de franchissement d'infrastructures de transport (linéaire < 30 m). Des ouvrages de rétablissement de la transparence hydraulique doivent être ajoutés pour rétablir un certain niveau de crue avec une vitesse moyenne similaire à l'aval comme à l'amont. Les buses qui ne sont pas capables de supporter une crue avec des vitesses proches à l'aval comme à l'amont seront évaluées en tant que « busage complet du cours d'eau ».

3. Le « **défrichement** » signifie l'élimination de la végétation des berges et des rives ou d'autres activités altérant ou détruisant la qualité et les fonctions associées à la végétation rivulaire sans perturber la topographie ni le sol. Ces impacts ne pouvant être rapidement résorbés, des mesures compensatoires peuvent être rendues obligatoires.

Nota : Ce type d'activité n'est pas pris en compte lorsqu'un tronçon de cours d'eau est soumis à un impact plus important. Cependant, il peut être utilisé pour un projet linéaire et parallèle à un cours d'eau et que de nombreux franchissements du cours d'eau sont envisagés.

4. Les « **dispositifs de rétention** » concernent l'installation de dispositifs de gestion des eaux pluviales. Ces derniers sont composés d'un dispositif de collecte des eaux (barrage ou berme) et d'un bassin de rétention temporaire. Le dispositif de collecte des eaux est considéré comme une action de « comblement » (cf. Infra). Les vitesses des eaux qui arrivent dans le bassin de rétention temporaire diminuent généralement et peuvent être temporairement freinées pendant que l'exutoire régule les débits à l'aval.

Nota : Si le dispositif de collecte des eaux présente une pente homogène ou nécessite d'élargir la section hydraulique, de curer ou de dériver le cours d'eau, les facteurs d'impact « modification morphologique » ou « comblement » seront utilisés.

5. Le « **comblement** » désigne le comblement d'un cours d'eau et sa dérivation (même si un nouveau lit est construit) ou d'autres types de remblai.

6. L'« **endiguement** » fait référence à la transformation de cours d'eau en eau libre (étang ou lac) grâce à la construction d'un barrage ou d'une autre structure similaire modifiant le débit naturel du cours d'eau.

7. Les « **modifications morphologiques** » font référence aux changements des dimensions prévues ou naturelles, des profondeurs, ou des limites d'un cours d'eau à cause du redressement, de l'élargissement, du dragage, de l'excavation ou de la canalisation. Exemples : création d'un canal ouvert en béton, terrassement à l'amont d'un dispositif de retenue, transformation d'un cours d'eau en voie d'eau engazonnée, doublure des berges avec des gabions, murs de soutènement en béton, etc.

8. Le « **busage complet du cours d'eau** » concerne l'acheminement d'un cours d'eau grâce à des tuyaux, des buses, ou d'autres structures fermées.

Note à l'utilisateur : Si une section de canal empruntant une conduite ne suit pas l'alignement existant du canal, il sera laissé à la discrétion du pétitionnaire de déterminer si les facteurs d'impact « busage complet du cours d'eau » ou « comblement » seront utilisés.

9. Le « **franchissement d'installations de service public** » concerne l'installation d'une conduite de gaz avec impact temporaire du lit du cours d'eau. Les **pires de pont** qui ont besoin de remblais dans les eaux ainsi que les perçages de puits, la construction de piliers et de jetées, de batardeaux pour l'installation des piles et de franchissements temporaires font partie de ce type d'activité.

Plus-value écologique

Certaines actions écologiques sont similaires entre les catégories de plus-values « excellentes », « correctes » ou « moyennes ». Seule l'échelle spatiale de réalisation des travaux les différencie.

Ainsi :

- la catégorie « excellente » correspond à des actions réalisées à grande échelle et pour lesquelles la plus-value écologique s'étend à l'ensemble de l'écosystème (lit mineur + lit majeur) ;
- la catégorie « correcte » correspond à des actions réalisées à petite échelle et pour lesquelles la plus-value écologique reste localisée et ne s'étend pas à l'ensemble de l'écosystème ;
- la catégorie « moyenne » correspond à des actions réalisées au sein du lit mineur uniquement. Il s'agit d'actions pouvant être appliquées sur d'importants linéaires de cours d'eau, mais n'améliorant pas significativement les composantes physiques, chimiques et biologiques des cours d'eau.

Exemples d'actions écologiques considérées comme apportant une « excellente plus value » pour le cours d'eau :

- effacement de barrages, de seuils transversaux, de buses et autres ouvrages modifiant la morphodynamique du cours d'eau et altérant la circulation des espèces aquatiques ;
- remplacement des ouvrages de franchissement hydraulique (OH) avec assise en lit mineur et/ou en berge par des OH sans assise en lit mineur et en berge (pont poutre, passerelle, à travée). Ces nouveaux ouvrages doivent présenter une section hydraulique au moins équivalente à la zone de transport des sédiments examinée ;
- effacement, arasement ou création d'une encoche au sein de digues artificielles permettant la reconnexion du lit mineur avec son champ d'expansion de crue, pour une surface supérieure à 50 % de la plaine inondable pour une crue décennale ;
- restauration des conditions morphologiques initiales du cours d'eau (avant perturbations anthropiques) : réinstallation dans le thalweg initial, restauration du calage altitudinal, de la pente, de la sinuosité, des profils en long et en travers et des rapports de forme de référence (ratio largeur/profondeur, largeur à débit de plein bord) ;
- construction d'un nouveau chenal stable à une altitude permettant la reconnexion du lit mineur avec la plaine d'inondation ;
- diminution des contraintes latérales au sein de cours d'eau artificiellement déconnectés de leur plaine d'inondation, par détalutage des berges et des rives (création de banquettes). Les sols dénudés sont re-végétalisés avec une végétation ligneuse et herbacée. Cette action écologique, qui dépend du linéaire du projet, peut être classée par l'USACE dans la catégorie suivante :

Exemples d'actions considérées comme apportant une plus value « correcte » pour le cours d'eau :

Aux actions précitées (mais réalisées à une plus petite échelle spatiale), s'ajoutent :

- effacement, arasement ou création d'une ouverture au sein de digues artificielles permettant la reconnexion du lit mineur avec son champ d'expansion de crue, pour une surface comprise entre 25 et 50 % de la plaine inondable pour une crue décennale ;
- restauration hydro-morphologique du lit mineur (pente, sinuosité, alternance des faciès d'écoulement...) pour un tronçon donné, mais incomplète au regard de l'ensemble du cours d'eau ;
- dans les secteurs appropriés : restauration de la stabilité du lit (au sein de tronçons de cours d'eau fortement érodés et où les processus d'érosion sont artificiellement accélérés), par détalutage des berges, limitation des enrochements à un faible pourcentage et utilisation de techniques « douces » (telles que la végétation indigène). Dans les zones à forte érosion, l'installation de dispositifs de type enrochement est tolérée, mais des techniques mixtes doivent néanmoins être utilisées (une végétation indigène doit être plantée).

Exemples d'actions considérées comme apportant une plus value « moyenne » pour le cours d'eau :

- élimination des barrages de correction, seuils, déchets (carrosseries de voiture, ordures, débris) et structures artificielles contribuant notamment à l'érosion des berges et à l'altération de la capacité d'accueil du cours d'eau pour la faune ;

Partie 2 - Fiches de synthèse des méthodes

- dans les secteurs appropriés : stabilisation des berges à l'aide de techniques mixtes (enrochement et végétation indigène) diminuant les vitesses et/ou les débits de charriage. Exemples : épis (« Stream barbs »), blocs rocheux en U (« Cross vanes »), « seuils dans les courbes » (« Bendway weirs ») dont les longueurs restent inférieures à 25 % de la largeur du lit mineur ;
- reconnexion du chenal principal avec des bras secondaires délaissés ou des méandres artificiellement court-circuités, interrompus ou remblayés. Selon le linéaire concerné, l'action peut être classée dans la catégorie de la « plus-value correcte » pour le cours d'eau.

Cas particulier des dérivations de cours d'eau

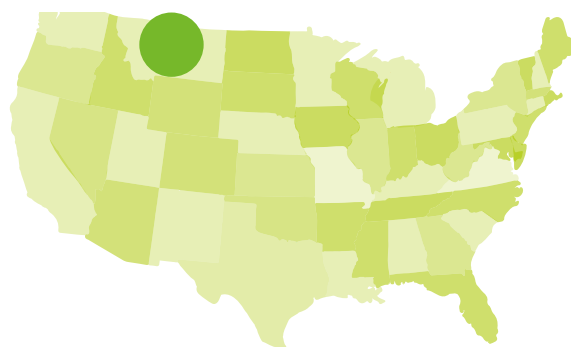
Ces travaux sont généralement réalisés pour les besoins du projet lui-même. Ils engendrent de très nombreux impacts pour le cours d'eau qui doivent le cas échéant faire l'objet de mesures de compensation spécifiques.

Néanmoins, les dérivations de cours d'eau peuvent être intégrées dans le calcul des crédits de « compensation » sous **certaines conditions**, à savoir : (1) la conception du chenal dérivé permet de restaurer des conditions morphologiques dites « de référence » du cours d'eau, perdues du fait d'anciens ouvrages, travaux ou activités anthropiques ; (2) un suivi spécifique comprenant l'évaluation de l'état écologique du cours d'eau (dont habitat et végétation rivulaire) doit être effectué ; et (3) un contrôle du District de l'USACE vient valider (ou non) l'éligibilité de ces travaux au titre de la compensation.

Pour l'obtention de « crédits » de compensation « écosystèmes rivulaires » : la dérivation des cours d'eau comprend en outre la restauration des écosystèmes rivulaires avec de la végétation sur une largeur suffisante.

Fiche n° 17

Méthode quantitative État du Montana 2013



■ FINALITÉ / PHILOSOPHIE DE LA MÉTHODE

Il s'agit d'une méthode dite « rapide », comprenant les principes de compensation suivants :

- mise en œuvre préalable des étapes d'évitement et de réduction ;
- compensation aussi longue que les impacts ;
- objectifs de résultats ;
- mise en œuvre des mesures compensatoires au plus près de l'impact ;
- réalisation avant ou en même temps que la survenue des impacts.

Si ce dernier principe n'est pas respecté, des mesures supplémentaires de compensation sont obligatoires.

L'objectif des sites de compensation est d'atteindre un état durable, naturel qui ne dépend pas de l'entretien ou d'intervention humaine.

La méthode est susceptible d'évoluer en fonction des retours d'expérience. Elle est affichée comme ne constituant pas une méthode scientifique exacte mais comme une méthode claire, compréhensible et cohérente de quantification des « débits » et des « crédits ».

Conditions d'application

La méthode s'applique à toutes les mesures de compensation et explique l'esprit de la réglementation. Elle présente la démarche à suivre en général mais au cas par cas le service instructeur peut être amené à formuler des exigences complémentaires.

Champ d'application

Selon la méthode, une compensation est nécessaire dès lors qu'un impact concerne plus de 90 mètres linéaires de cours d'eau. En deçà, la nécessité de compensation est évaluée au cas par cas.

■ DÉTERMINATION DES DÉBITS – CRITÈRES RETENUS - VALEURS

Les « débits » sont évalués via huit critères d'ajustement. Pour chacun d'entre eux, plusieurs cas sont proposés et une valeur est associée à chaque cas. Les valeurs retenues pour chaque critère sont d'abord additionnées puis le résultat est multiplié par le linéaire de tronçon impacté pour

déterminer les « débits ». La méthode est répétée tronçon par tronçon pour évaluer les débits totaux (cf. Infra tableau des critères d'évaluation des « débits » et feuille de calcul des « débits »).

- **Type de cours d'eau impacté** : éphémère (0,2) / intermittent (0,3) / permanent (0,6).
- **Niveau d'enjeux du cours d'eau impacté** : ressource de grande valeur (0,75) / autre (0,25).
- **État actuel** : tronçon de cours d'eau entièrement fonctionnel (1,5) / légèrement perturbé (0,75) / perturbé (0,25).
- **Activité dominante à l'origine de l'impact** : 6 catégories d'impacts sont identifiées avec des valeurs allant de 0,2 pour certaines protections des berges à 2,5 pour un remblai.
- **Cumul de l'impact** : 3 facteurs de cumul sont proposés en fonction de la longueur de cours d'eau impactée par l'activité (0,0005 pour un impact s'étendant sur une longueur de moins de 305 m, 0,00075 pour un impact s'étendant sur une longueur de 305 à 915 mètres et 0,001 pour un impact s'étendant sur une longueur supérieure à 915 mètres).
- **Comparaison des « ordres » des cours d'eau du site impacté et du site de compensation** : ce critère vise à s'assurer d'une certaine équivalence qualitative. Même ordre (0) / un ordre de différence (0,1) / au moins deux ordres de différence (0,3).
- **Localisation du site de compensation par rapport au site du projet impacté** : ce critère vise à s'assurer d'une certaine équivalence géographique. Sur site, soit à moins de 800 m de l'impact sur le même cours d'eau (0) / hors site mais sur le même bassin versant (0,1) / en dehors du même bassin versant mais au sein du bassin versant principal du Montana (0,2).
- **Protection juridique sur le site de compensation** : 4 types de restriction sont acceptés : simple engagement (0,15) / restriction par acte de vente (0,1) / servitude de conservation (0,05) / propriété inconditionnelle (0).

La somme initiale de chacun des critères (hors « cumul de l'impact ») est au minimum de 0,9 et au maximum de 5,9. Cette somme est multipliée par le linéaire impacté puis par le facteur « **Calendrier de la compensation** » (avant impacts (1) / en même temps que les impacts (1,25) / après impacts (1,5)) pour obtenir le montant total de débits.

Estimation du linéaire impacté

Dans le cas particulier des projets de protection ou de consolidation des berges, les linéaires à prendre en compte comprennent la longueur totale de berges protégées (et pas seulement la taille du dispositif de protection mis en place). Par exemple, une multitude d'épis au sein d'un méandre présente une emprise de 60 m uniquement, mais ces derniers protègent la berge sur 180 m linéaires. Ainsi, la longueur affectée par des impacts négatifs est de 180 m.

Particularité de la méthode

Les critères servant à calculer des « débits » comprennent des critères propres à la mesure de compensation et qui sont mobilisés dans les autres méthodes pour déterminer les « crédits ». Alors que dans nombre d'autres méthodes, les « bonnes compensations » génèrent des « crédits » sans que ça se traduise forcément par une plus-value écologique, cette méthode vise plutôt à pénaliser les mesures compensatoires qui ne rentrent pas strictement dans les attentes en générant des « débits » supplémentaires. **Le « débit » ainsi calculé ne représente pas seulement les pertes liées au projet mais également des éventuelles pénalités liées aux conditions de mises en œuvre (temporalité, emplacement) des mesures de compensation.**

Partie 2 - Fiches de synthèse des méthodes

Tableau des critères d'ajustement des « débits »

Critères	Options					
Type de cours d'eau	Éphémère 0,2		Intermittent avec bassin saisonnier 0,3		Permanent 0,6	
Niveau d'enjeux du cours d'eau	Ressource de grande valeur 0,75			Autre 0,25		
État actuel	Perturbé 0,25		Légèrement perturbé 0,75		Entièrement fonctionnel 1,5	
Activité dominante* à l'origine de l'impact	Consolidation, protection des berges (cf. Tableau infra - De 0,2 à 1) 1,5	Reca- librage, rectification, curage 1,5	Dérivation ne respectant pas les conditions morphologiques de référence du cours d'eau 2	Ennoisement (barrage, plan d'eau) 2	Busage 2,2	Remblai 2,5
Impact cumulé IC**	Linéaire impacté ≤ 300 m 0,0005		300 m < linéaire impacté ≤ 914 m 0,00075		Linéaire impacté > 914 m 0,001	
Ordres des tronçons de cours d'eau impacté vs compensé***	Ordres équivalents 0		Différence de 1 ordre 0,1		Différence de 2 ordres (ou plus) 0,2	
Proximité spatiale	Sur le site impacté (à moins de 800 m du tronçon impacté) 0		Hors site mais sur le même BV que celui impacté par le projet 0,1		En dehors du BV impacté par le projet mais au sein du BV principal du Montana 0,2	
Sécurisation foncière	Convention, simple engagement 0,15	Restriction par acte de vente 0,1	Servitude de conservation 0,05		Propriété inconditionnelle 0	
Calendrier de réalisation de la compensation	Avant impacts 1		En même temps que les impacts 1,25		Après impacts 1,5	

* Il faut retenir la plus impactante sur le tronçon étudié.

** Impact cumulé : facteur multiplicateur lié au linéaire total de cours d'eau impacté.

*** Les ordres des cours d'eau peuvent s'apparenter aux rangs de Strahler.

Valeurs associées au type d'impact dominant « consolidation, protection des berges »

Description de la stabilisation des berges (impact dominant)	Valeur
Technique mixte : (1) en pied de berge : enrochement, gabions, palplanches, tunage, fascinage ou autres dispositifs de consolidation ; et (2) en haut de berge : détalutage et/ou génie végétal (plantation, bouturage, tressage ou clayonnage, etc.)	0,2
Enrochements avec intégration de branches de saules ou d'une autre espèce végétale	0,4
Enrochements sans intégration de végétation sur les berges ou de tout type de seuils ou de points durs	0,6
Associations d'enrochements et de seuils, de points durs...	0,8
Murs de soutènement verticaux réalisés avec des gabions, des pierres placées à la main, de la maçonnerie, du béton, de l'acier, du bois ou d'autres matériaux	1,0

Partie 2 - Fiches de synthèse des méthodes

Feuille de calcul des « débits »

Critères	Impact 1	Impact 2	Impact 3	Impact 4	Impact 5...
Type de cours d'eau					
Niveau d'enjeux					
État actuel					
Activité dominante à l'origine de l'impact					
Impact cumulé					
Ordres des tronçons de cours d'eau impacté vs compensé					
Proximité spatiale					
Sécurisation foncière					
Somme des valeurs retenues pour chaque critère (Sd)					
Linéaire de cours d'eau impacté (LI)					
Calendrier de la compensation (Cal)					
Débits (D) = Sd × LI × Cal					

Total des « débits » = $\sum(D)$ _____

■ DÉTERMINATION DES CRÉDITS – CRITÈRES RETENUS - VALEURS

Dix actions écologiques différentes sont prises en compte dans l'évaluation des crédits. Les valeurs attribuées à ces actions sont additionnées pour chaque tronçon et chaque berge. La somme obtenue est multipliée par le linéaire de cours d'eau traité afin de déterminer les crédits du tronçon (cf. Infra tableau des critères d'évaluation des « crédits » et feuille de calcul des « crédits »).

Partie 2 - Fiches de synthèse des méthodes

Tableau des critères d'évaluation des « crédits »

Action	Valeur retenue
Élargissement des zones tampons (écosystèmes rivulaires)	Largeur des écosystèmes rivulaires préservés / 100
Élimination des activités anthropiques en rives (arrêt du pâturage, de la fauche ou des activités agricoles supprimant ou empêchant le développement de la végétation rivulaire ou rendant un site vulnérable à l'érosion)	0,5
Mise en défens des écosystèmes rivulaires	0,5
Revégétalisation des écosystèmes rivulaires	1,0 * % d'écosystèmes rivulaires végétalisés
Ajout de macro-rugosité en zone inondable (consiste à créer des « aspérités » au sein d'un site qui a été précédemment nivelé ou remblayé)	0,5
Ajout de débris ligneux grossiers en zone inondable (consiste à placer ces débris ligneux le long des rives pour diversifier les habitats au sein du lit majeur et créer des abris pendant les crues)	0,5
Gestion des espèces exotiques envahissantes (empêcher sinon réduire la propagation de ces espèces au sein des sites de compensation)	0,5
Enlèvement des enrochements (ou tout autre dispositif de consolidation des berges) situés au sein du lit mineur (sous le niveau du débit de plein bord)	1,0 * % d'enrochements enlevés
Enlèvement des remblais en zone inondable (effacement ou arasement des bermes ou autres obstacles entre le chenal principal du cours d'eau et sa plaine d'inondation) et/ ou désimperméabilisation des sols (routes, parkings)	1,0 * % de remblais éliminés
Restauration de la morphologie du cours d'eau	1

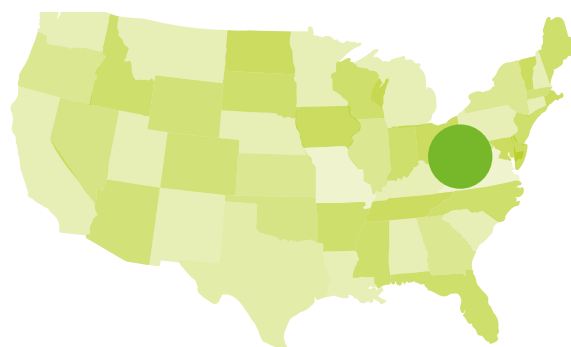
Feuille de calcul des « crédits »

Action	Valeur retenue
Élargissement des zones tampons (écosystèmes rivulaires)	
Élimination des activités anthropiques en rives (arrêt du pâturage, de la fauche ou des activités agricoles supprimant ou empêchant le développement de la végétation rivulaire ou rendant un site vulnérable à l'érosion)	
Mise en défens des écosystèmes rivulaires	
Revégétalisation des écosystèmes rivulaires	
Ajout de macro-rugosité en zone inondable (consiste à créer des « aspérités » au sein d'un site qui a été précédemment nivelé ou remblayé)	
Ajout de débris ligneux grossiers en zone inondable (consiste à placer ces débris ligneux le long des rives pour diversifier les habitats au sein du lit majeur et créer des abris pendant les crues)	
Gestion des espèces exotiques envahissantes (empêcher sinon réduire la propagation de ces espèces au sein des sites de compensation)	
Enlèvement des enrochements (ou tout autre dispositif de consolidation des berges) situés au sein du lit mineur (sous le niveau du débit de plein bord)	
Enlèvement des remblais en zone inondable (effacement ou arasement des bermes ou autres obstacles entre le chenal principal du cours d'eau et sa plaine d'inondation) et/ ou désimperméabilisation des sols (routes, parkings)	
Restauration de la morphologie du cours d'eau	
Somme des valeurs retenues (Sc)	
Linéaire de tronçon concerné par ces actions (LT)	
Crédits (C) = Sc × LT	

Crédits totaux générés (Ct) = $\sum(C)$ _____

Fiche n° 18

Méthode quantitative État du Pennsylvanie 2014



■ FINALITÉ / PHILOSOPHIE DE LA MÉTHODE

La méthode est présentée comme un protocole normalisé de détermination des obligations de compensation, d'évaluation et d'attribution de « crédits » à des mesures de compensation, sans tenir compte des modalités de mise en œuvre. Le protocole (dit « d'évaluation rapide ») décrit vise à :

- déterminer des « débits » ;
- déterminer les « crédits » potentiels des actions de compensation des ressources aquatiques.

La méthode est commune aux cours d'eau, zones humides et milieux lacustres. Seuls les aspects relatifs aux cours d'eau sont ci-après détaillés.

Les cours d'eau ne sont pas considérés individuellement mais toujours associés aux plaines d'inondation « centennale » et en considérant 30 m supplémentaires de part et d'autre du lit mineur. La méthode mentionne que le protocole s'appuie sur 4 fonctions « représentatives », intégratrices de toutes les autres fonctions :

Fonction hydrologique (HYD) : inclut la capacité de stockage des plaines inondables, la dissipation de l'énergie hydraulique, le maintien des dynamiques hydrologiques du bassin versant (débits structurants), la stabilité des conditions morphologiques du lit mineur et les processus de transport solide.

Fonction biogéochimique (BGC) : comprend les processus biogéochimiques, la régulation de la température de l'eau, le cycle nutritif et le cycle de la matière organique (à la fois au-dessus et dans les sols). Le niveau de performance est essentiellement lié au type et à la qualité de la végétation rivulaire située dans le lit majeur, ainsi qu'aux interactions des systèmes racinaires de la végétation avec la nappe phréatique.

Fonction habitat (HAB) : associée aux caractéristiques du lit mineur et des espaces immédiatement adjacents. La laisse des plus hautes eaux (*Ordinary High Water Mark*) et/ou les berges du cours d'eau fournissent des points facilement observables pour établir les limites physiques de ces habitats. Ces fonctions ciblent les conditions de vie des invertébrés, des vertébrés, des plantes émergentes, des macrophytes et des autres espèces végétales situées sur les berges. Une typologie standard de description des habitats est utilisée pour veiller à la cohérence de la méthode ; cependant, d'autres types d'habitats peuvent être identifiés et ajoutés au cas-par-cas.

Fonction apport récréatif ou de ressources (REC ou RS) : Il s'agit d'un groupe de fonctions mixtes qui s'apparentent aux services écosystémiques définis en France. Parmi ces dernières, citons les possibilités de loisirs (REC1) [pêche, navigation, baignade] ou les caractéristiques chimiques, physiques, et biologiques (RS) qui contribuent au maintien de la qualité de l'eau à l'aval. Le groupe d'apport de ressources peut également comprendre le maintien des usages récréatifs existants.

■ DÉTERMINATION DES DÉBITS – CRITÈRES RETENUS - VALEURS

Les « débits » sont évalués via 3 critères d’ajustement et calculés pour chacune des 4 fonctions préalablement sélectionnées.

- **Effets du projet** : 4 catégories « d’effet du projet » sont proposées : sévère (3) / modéré (2) / limité (1) / minime (0). (cf. Tableau infra).

- **Valeur des ressources aquatiques** : 5 catégories de « valeur des ressources aquatiques » sont proposées : importantes (3) / spéciales (2,5) / de qualité (2) / de support (1,5) / minimales (1). (cf. Infra termes définis - rappels conceptuels)

- **État initial des ressources** : cet état s’évalue à partir d’un protocole spécifique associé qui donne un résultat entre 0 et 1 à renseigner avec 2 décimales. Ce protocole n’est pas repris de façon détaillée dans la méthode.

Au final, les « débits » sont calculés de la façon suivante : « Débit » = **Surface impactée * Effets du projet * Valeur des ressources aquatiques * État initial des ressources**. (cf. infra tableau des critères d’évaluation des « débits » et feuille de calcul des « débits »).

Tableau des critères d’évaluation des « débits »

Critères	Options				
Effets du projet cf. Tableau infra. associé	Minime 0	Limité 1	Modéré 2	Sévère 3	
Valeur des ressources aquatiques	Minimes 1	De support 1,5	De qualité 2	Spéciales 2,5	Importantes 3
État initial des ressources aquatiques	Protocole spécifique associé donnant un résultat variant entre 0 et 1 (à renseigner avec 2 décimales)				

Partie 2 - Fiches de synthèse des méthodes

Valeur associée au type d'impact dominant « stabilisation des berges » Évaluation du critère d'ajustement « effets du projet » sur les fonctions étudiées

Fonctions	Effet sévère	Effet modéré	Effet limité	Effet minime
Hydrologique	1. Remblais comblant d'importantes parties du lit majeur avec une surface drainée < 2600 ha sur plus de 150 m de cours d'eau	1. Remblais provoquant un remous en amont = 30 cm à Q100 OU 2. Remblais comblant d'importantes parties du lit majeur avec une surface drainée < 2600 ha entre 30 et 150 m de cours d'eau	1. Remblais provoquant un remous en amont < 30 cm à Q100 2. Remblais comblant d'importantes parties du lit majeur avec une surface drainée < 2600 ha et sur moins de 30 m de cours d'eau	1. Remblais ou structures ne provoquant pas de remous en amont à Q100; les remblais ne sont pas situés en zone inondable avec des surfaces drainées < 2600 ha
Biogéochimique	1. Capacité du lit majeur à supporter l'élimination de végétation avec le remblayage/développement OU 2. Lit majeur transformé en masse d'eaux libres à cause des inondations OU 3. Végétation du lit majeur isolée des accès à la nappe phréatique par des activités abaissant le toit de la nappe (curage lit mineur, remblai en lit majeur)	1. Végétation du lit majeur entretenue dans un état non boisé à travers des moyens physiques, mécaniques, ou chimiques OU 2. Végétation du lit majeur éliminée et place à une régénération naturelle et probabilité de colonisation par les espèces invasives moyenne à élevée 3. Perte des caractéristiques macrotopographiques ou celles contribuant à la rugosité de surface	1. Végétation du lit majeur éliminée et place à une régénération naturelle avec probabilité faible de colonisation par les espèces invasives	1. « Fermeture » du couvert forestier du lit majeur; OU 2. Restauration du couvert forestier avec des plantations d'arbres endémiques et d'arbustes
Habitat	1. Substrat du cours d'eau remplacé par du béton, du métal, du plastique, des enrochements... OU 2. Protection des berges sur plus de 300 m	1. Structure entraînant une altération du substrat du cours d'eau par les écoulements et les vitesses qui modifient les phénomènes d'affouillement et de sédimentation OU 2. Espaces à l'amont et à l'aval d'une structure autorisée qu'il faut préserver pour s'assurer de la capacité d'ouverture des voies navigables OU 3. Protection des berges sur un linéaire compris entre 150 et 300 m de berges	1. Ponts traversant le cours d'eau et le lit majeur avec des piles dans le cours d'eau OU 2. Protection sur moins de 150 m de berges	1. Ponts traversant le cours d'eau et le lit majeur sans piles dans le cours d'eau
Apports récréatifs	1. Usage récréatif potentiellement supprimé jusqu'à une indisponibilité ou une absence d'utilisation	1. Usage récréatif potentiellement perturbé ou limité par le projet; OU 2. Usage récréatif intermittent ou perte importante de matière temporaire	1. Usage récréatif intermittent OU 2. Perte importante de matière temporaire (moins d'un an)	1. Usages récréatifs libres ou maintenus sans transformation
Apport de ressources	1. Plus de 150 m de cours d'eau supprimés, bouchés, ou déconnectés de la nappe phréatique OU 2. Les impacts cumulés du projet sont > 600 m	1. Entre 30 et 150 m de cours d'eau supprimés, bouchés, ou déconnectés de la nappe phréatique; OU 2. Les impacts cumulés du projet sont compris entre 300 et 600 m	1. Moins de 30 m de cours d'eau supprimés, bouchés, ou déconnectés de la nappe phréatique; OU 2. Les impacts cumulés du projet sont compris entre 30 et 300 m	1. Le cours d'eau n'est pas supprimé, bouché, ou déconnecté de la nappe phréatique; OU 2. Les impacts cumulés du projet sont < 30 m

Partie 2 - Fiches de synthèse des méthodes

Feuille de calcul de « débits »

Critères	Impact 1	Impact 2	Impact 3	Impact 4	Impact 5...
Effets du projet (Ep) cf. Tableau supra. associé					
Valeur des ressources aquatiques (Vra)					
État initial des ressources aquatiques (Ei)					
Surface impactée (Si)					
Débit (Di) = Si × Ep × Vra × Ei					

Débits totaux = $\sum(Di)$ _____

■ DÉTERMINATION DES CRÉDITS – CRITÈRES RETENUS - VALEURS

Les « crédits » sont évalués via 3 critères d'ajustement et calculés pour chacune des 4 fonctions préalablement sélectionnées.

Effets de la compensation

4 catégories « d'effets de la compensation » sont proposées : important (3) / modéré (2) / limité (1,5) / minime (1). Cf. Infra (termes définis – rappels conceptuels).

Valeur des ressources aquatiques

5 catégories de « valeur des ressources aquatiques » sont proposées : importantes (3) / spéciales (2,5) / de qualité (2) / de support (1,5) / minimales (1).

Écart des conditions d'état

Les différences entre l'état de la ressource avant la mise en œuvre du projet et après sa mise en œuvre doivent être déterminées pour chaque ressource. Cet écart de condition sera utilisé pour déterminer les gains fonctionnels réalisés grâce au projet.

Au final, les « crédits » sont calculés de la façon suivante :

« Crédits » = Surface traitée (correspondant à chaque groupe de fonction) * Valeur des ressources aquatiques * Effets de la compensation * Écart des conditions d'état.

Ensuite il est nécessaire de déterminer si le facteur « effets de la compensation » doit ou non être corrigé. Le cas échéant le facteur « effet de la compensation corrigé » se substitue au facteur « effets de la compensation ». Cf. Infra.

Zones de conservation des cours d'eau

Conservation du corridor à l'amont du cours d'eau

La zone de « conservation du corridor à l'amont du cours d'eau » s'étend à l'amont de la plupart des limites supérieures (amont) du site de compensation et s'étend latéralement pour inclure le lit mineur du cours d'eau, les plaines d'inondation centennale et la zone riveraine d'influence. L'état initial des ressources (IC) de la zone doit être supérieur à 0,65. En fonction du linéaire de la zone « conservée à l'amont du cours d'eau » un facteur correctif est à multiplier à l'indice IC. Le résultat s'ajoute au facteur « effets de la compensation » pour obtenir le facteur « effets de la compensation corrigé ».

Partie 2 - Fiches de synthèse des méthodes

Zone de conservation (linéaire de cours d'eau)	Facteur correctif (FC)	Fourchette de valeur IC*FC
50 % du linéaire de cours d'eau de projet	0,25	0,17 - 0,25
Entre 50 et 100 % du linéaire de cours d'eau du projet	0,50	0,33 - 0,50
Entre 100 et 200 % du linéaire de cours d'eau	0,75	0,49 - 0,75
Plus de 200 % (deux fois) le linéaire de cours d'eau	1,0	0,65 - 1,00

Conservation latérale du cours d'eau

La zone de « conservation latérale du cours d'eau » doit être immédiatement adjacente aux plaines d'inondation centennale du site de compensation et au minimum, s'étendre jusqu'aux limites de la zone riveraine d'influence. L'état initial des ressources (IC) de la zone doit être supérieur à 0,65. En fonction de la largeur de la zone « de conservation latérale du cours d'eau » un facteur correctif est à multiplier à l'indice IC. Le résultat s'ajoute au facteur « effets de la compensation » pour obtenir le facteur « effets de la compensation corrigé ».

Zone de conservation (linéaire de cours d'eau)	Facteur correctif (FC)	Fourchette de valeur IC*FC
Zone riveraine d'influence du projet	0,25	0,17 - 0,25
Zone riveraine d'influence du projet + au moins 30 m	0,50	0,33 - 0,50
Zone riveraine d'influence du projet + au moins 60 m	0,75	0,49 - 0,75
Zone riveraine d'influence du projet + au moins 90 m	1,0	0,65 - 1,00

Les facteurs « Conservation du corridor à l'amont du cours d'eau » et « Conservation latérale du cours d'eau » peuvent s'ajouter.

Cas particulier des dégradations liées aux pollutions des cours d'eau

Les mesures de compensation qui traitent directement des sources des dégradations liées aux polluants peuvent recevoir des facteurs correctifs supplémentaires si les actions sont de nature à entraîner une réduction des sources de polluants. Ces mesures seront traitées au cas par cas et la valeur de la compensation peut être augmentée jusqu'à 1.

Si une correction est demandée, il est nécessaire de fournir une analyse de la telle manière dont le projet d'amélioration ou de restauration contribue à réduire ou éliminer les sources de dégradations.

Tableau des critères d'ajustement des « crédits »

Critères	Options				
	Minime 1 (+ correction)	Limité 1,5 (+ correction)	Modéré 2 (+ correction)	Important 3 (+ correction)	
Effets de la compensation cf. Infra					
Valeur des ressources aquatiques	Minime 1	De support 1,5	De qualité 2	Spéciale 2,5	Importante 3
Différences d'état avant / après actions écologiques	Protocole spécifique associé donnant un résultat variant entre 0 et 1 (à renseigner avec 2 décimales)				

■ TERMES DÉFINIS – RAPPELS CONCEPTUELS

Valeur des ressources aquatiques

Importantes : eaux d'une valeur exceptionnelle (selon les standards de qualité de l'eau). Présence d'espèces menacées ou en danger.

Spéciales : eaux de bonnes qualités fréquentées par des poissons migrateurs qui s'y reproduisent. Les eaux sont propices à une pêche de qualité (ex : eaux à saumons ou truites arc-en-ciel) et il s'agit d'une ressource unique ou rare sur le secteur.

De qualité : petits cours d'eau avec des zones de drainage comprises entre 500 et 2600 ha. Cours d'eau avec des réserves de truite et cours d'eau avec d'autres espèces à pêcher avec des populations suffisantes offrant des possibilités de loisir.

De support : cours d'eau de tête de bassin versant avec une surface drainée inférieure à 500 hectares. Cours d'eau ne présentant pas d'aspects récréatifs liés à la pêche.

Minimes : rigoles protégées, doublure du lit avec des enrochements, des gabions, du béton ; canaux construits pour contrôler l'érosion et la sédimentation ou pour transporter les eaux pluviales.

Effet de la compensation

Important : 1) Les actions comprennent le rétablissement du cours d'eau et des plaines inondables en tenant compte de l'état du bassin versant et des potentialités de restauration ou 2) Rétablissement ou réhabilitation du cours d'eau en fournissant 3 groupes de fonctions sur 4, en tenant compte de l'état du bassin versant et des potentialités de restauration et en lien avec un rétablissement de zones humides.

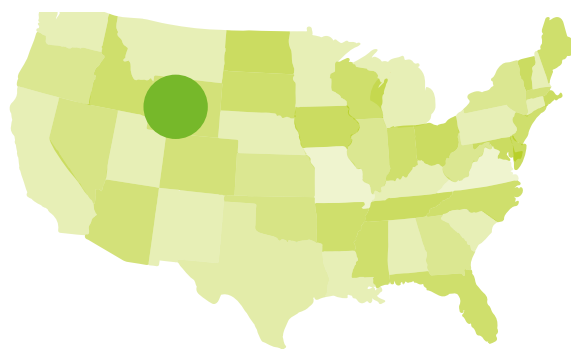
Modéré : 1) Rétablissement ou réhabilitation de cours d'eau en fournissant 3 groupes de fonctions sur 4, en tenant compte de l'état du bassin versant ou 2) Tout rétablissement ou réhabilitation de cours d'eau en lien avec une restauration de zone humide ou un projet d'amélioration.

Limité : 1) Réhabilitation ou amélioration du cours d'eau ou des plaines inondables en fournissant au moins 2 groupes de fonctions sur 4 ou 2) Toute réhabilitation ou amélioration de cours d'eau ou de plaines inondables associée à une action sur une zone humide ou un lac en fournissant au moins 1 groupe de fonctions sur 4 (en excluant le groupe HAB).

Minime : 1) Le projet proposé porte uniquement sur le groupe de fonctions HAB.

Fiche n° 19

Méthode quantitative État du Wyoming 2013



■ FINALITÉ / PHILOSOPHIE DE LA MÉTHODE

La méthode calcule des « débits » et des « crédits » de compensation pour les cours d'eau et est présentée comme claire, compréhensible et cohérente. Pour qu'une mesure soit éligible à la compensation, les « crédits » doivent être supérieurs ou égaux aux « débits » occasionnés par le projet.

La méthode est envisagée comme indépendante de la séquence éviter, réduire, compenser et des autres exigences réglementaires qui sont également évaluées lors de l'instruction. Elle est sujette à des examens et à des modifications périodiques. Les auteurs soulignent que ce n'est pas parce que les calculs des « débits » et des « crédits » sont conformes aux préconisations que le dossier sera systématiquement autorisé et insistent, à ce titre, sur la nécessité d'instruire les projets « au cas par cas ».

Conditions d'application

La méthode est affichée comme étant mobilisable dès lors que d'autres techniques d'évaluation plus rigoureuses ou plus approfondies ne sont pas nécessaires ou difficiles à mettre en œuvre. Une autorisation de l'USACE est nécessaire pour utiliser une autre méthode.

La méthode peut être utilisée lors de la création d'une banque de compensation.

Elle précise que tous les coûts sont à la charge du pétitionnaire et que des garanties financières peuvent être appliquées pour s'assurer que les fonds nécessaires à la compensation soient disponibles.

■ DÉTERMINATION DES DÉBITS – CRITÈRES RETENUS - VALEURS

La détermination des « débits » est affichée comme étant issue des effets directs, secondaires et cumulés des activités autorisées. Ils sont évalués via **cinq critères d'ajustement**. Pour chacun d'entre eux, plusieurs cas sont proposés et une valeur est associée à chaque cas. Les valeurs retenues sont d'abord additionnées puis le résultat est multiplié par le linéaire de tronçon impacté pour déterminer les « débits » associés à chaque tronçon impacté. La méthode est à répéter tronçon par tronçon le cas échéant pour évaluer les « débits totaux ».

- **Classification du cours d'eau impacté**: huit catégories différentes sont proposées sur la base d'une classification existante propre au Wyoming (0,1 à 2).

Partie 2 - Fiches de synthèse des méthodes

- **Ressources spéciales du cours d'eau impacté** : cinq catégories différentes sont proposées sur la base d'une classification existante propre au Wyoming et qui concerne des cours d'eau à production importante de truites, des zones de conservation aquatique identifiées par un plan d'action national pour la faune sauvage, des secteurs « sauvages et pittoresques », etc. (0,6 à 2).

- **État actuel** : tronçon de cours d'eau fonctionnel (2) / déficient (1,5) / non fonctionnel (0,5) (cf. Infra).

- **Type de pertes** : partiellement fonctionnelles (1) / fonctionnelles (4) / physiques (6).

- **Cumul de l'impact** : facteur multiplicateur lié au linéaire total de cours d'eau impacté (0,005 multiplié par la longueur impactée).

La somme initiale de chacun des critères (hors cumul de l'impact) est au minimum de 2,2 et au maximum de 12.

Tableau des critères d'évaluation des « débits »

Critères	Options							
	Classe 4		Classe 3		Classe 2			Classe 1
	B	A	D	C ou B	D	C	A, AB ou B	2
	0,1	0,2	0,6	0,8	1,1	1,3	1,5	
Ressources spéciales	Productivité en salmonidés reconnue à l'échelle du Wyoming 0,6		Zones de conservation identifiées par un plan d'action national pour la faune sauvage 1		Productivité en salmonidés reconnue à l'échelle nationale 1		Tronçon sauvage et pittoresque 1,5	Présence d'espèces protégées et menacées d'extinction 2
État actuel	Non fonctionnel 0,5			Déficient 1,5			Fonctionnel 2	
Type de pertes**	Perte limitée de fonctions 1			Perte de fonctions 4			Atteinte aux composantes physiques 6	
Impact cumulé	Linéaire total de tronçons impactés × 0,005							

* *Tableau des catégories disponible ici : [http://deq.wyoming.gov/media/attachments/Water Quality/Surface Water Quality Standards/Guidance Documents/2013-0924_wqd-wpp-surface-water-standards_Chapter-1-Implementation-Policies.pdf](http://deq.wyoming.gov/media/attachments/Water%20Quality/Surface%20Water%20Quality%20Standards/Guidance%20Documents/2013-0924_wqd-wpp-surface-water-standards_Chapter-1-Implementation-Policies.pdf)*

** *Les catégories doivent être attribuées séparément aux différents tronçons impactés, en fonction du type d'aménagement envisagé. Elles correspondent aux trois situations suivantes :*

- *une ou plusieurs fonctions associées au tronçon de cours d'eau sont dégradées et une partie limitée du tronçon concerné par le projet est altérée ;*
- *la majorité des fonctions sont fortement dégradées ou perdues et la totalité du tronçon concerné par le projet est altérée ;*
- *le cours d'eau est détruit physiquement (dérivation, ennoisement, etc.) et toutes les fonctions sont perdues.*

Feuille de calcul de « débits »

Critères	Impact 1	Impact 2	Impact 3	Impact 4	Impact 5...
Type de cours d'eau					
Ressources spéciales					
État actuel					
Type de pertes					
Impact cumulé					
Somme des valeurs retenues pour chaque critère (Sd)					
Linéaire de cours d'eau impacté (LI)					
Débits (D) = Sd × LI					

Total des « débits » = $\sum(D)$ _____

■ DÉTERMINATION DES CRÉDITS – CRITÈRES RETENUS - VALEURS

La préservation/conservation n'est éligible à la compensation que si elle complète d'autres mesures telles que la restauration et/ou l'amélioration de tronçons de cours d'eau. La méthode rappelle que la compensation doit être mise en œuvre au sein du même bassin versant (BV). Elle peut être mise en œuvre à l'extérieur du BV mais uniquement si c'est dans le cadre d'une banque de compensation. Une validation « au cas par cas » est prévue si ces prescriptions ne peuvent pas être respectées.

Les « crédits » sont évalués via neuf critères d'ajustement. Pour chacun d'entre eux, plusieurs cas sont proposés et une valeur est associée à chaque cas. Les valeurs retenues sont d'abord additionnées puis le résultat est multiplié par le linéaire de tronçon traité pour déterminer les « crédits » associés.

- **Classification du cours d'eau impacté** : huit catégories différentes sont proposées sur la base d'une classification existante propre au Wyoming (0,1 à 2).

- **Ressources spéciales du cours d'eau** : cinq catégories différentes sont proposées sur la base d'une classification existante propre au Wyoming et qui concerne des cours d'eau à production importante de truites, des zones de conservation aquatique identifiées par un plan d'action national pour la faune sauvage, des secteurs « sauvages et pittoresques », etc. (0,6 à 2).

- **Écosystèmes rivulaires** : le crédit est accordé uniquement si la rive est « au moins » protégée.

- **Plus-value des écosystèmes rivulaires** (par comparaison avec état initial) : faible (0,2) / modérée (0,7) / substantielle (2,5).

- **Plus-value du cours d'eau** (par comparaison avec l'état initial) : faible (1,5) / modérée (3,5) / substantielle (5).

- **Sécurisation foncière**. Cinq cas sont retenus : restriction par acte de vente (0,5) / servitude (1) / site appartenant à l'État (1) / servitude de conservation (3) / cession à une ONG ou à une agence gouvernementale (5).

- **Calendrier de mise en œuvre de la mesure compensatoire**. Trois calendriers sont proposés :

Calendrier 1 : toutes les mesures compensatoires sont achevées avant les impacts du projet et le site de compensation a atteint ou montre des progrès réguliers vers l'atteinte des standards de performance (4).

Calendrier 2 : les mesures compensatoires sont mises en œuvre en même temps que les impacts du projet deviennent effectifs (0).

Calendrier 3 : les mesures compensatoires sont réalisées après que les impacts du projet se produisent. Des crédits négatifs sont appliqués en raison d'une compensation fonctionnelle retardée (-1,5).

- **Situation géographique de la mesure compensatoire** : sur site impacté, c'est-à-dire à moins de 800 m en amont ou en aval de la zone impactée (0,4) / au sein du même sous-bassin versant (0,2) / au sein du même bassin versant (0) / à l'extérieur du bassin versant mais dans un bassin versant adjacent (-1).

- **Approche « bassin versant »** : si respect de la condition formulée (1,5) (ce qui signifie que le maître d'ouvrage a effectivement prouvé à l'USACE que le site de compensation, les ressources et les améliorations étaient stratégiquement sélectionnés).

La somme initiale de chacun des critères (critères « écosystèmes rivulaires » non compris) est au minimum de 0,2 et au maximum de 19,9.

Partie 2 - Fiches de synthèse des méthodes

Tableau des critères d'évaluation des « crédits »

Critères	Options							
	Classe 4		Classe 3		Classe 2			Classe 1
	B	A	D	C ou B	D	C	A, AB ou B	2
Type de cours d'eau	0,1	0,2	0,6	0,8	1,1	1,3	1,5	
Ressources spéciales	Productivité en salmonidés reconnue à l'échelle du Wyoming 0,6	Zones de conservation identifiées par un plan d'action national pour la faune sauvage 1	Productivité en salmonidés reconnue à l'échelle nationale 1	Tronçon sauvage et pittoresque 1,5	Présence d'espèces protégées et menacées d'extinction 2			
Écosystèmes rivulaires*	Largeur totale de zone tampon ÷ 1000 (+ 0.3 si les deux rives sont concernées)							
Plus-value « écosystèmes rivulaires »	Faible 0,2		Modérée 0,7			Substantielle 2,5		
Plus-value « lit mineur »	Faible 1,5		Modérée 3,5			Substantielle 5		
Sécurisation foncière	Restriction par acte de vente 0,5	Servitude 1	Site appartenant à l'État (public) 1	Servitude de conservation 3	Rétrocession à une ONG ou à une agence gouvernementale 5			
Échéancier	Après impacts** -1,5		En même temps que les impacts 0			Avant impact 4		
Situation géographique	À l'extérieur du BV mais dans un BV adjacent -1	Au sein du même BV 0	Au sein du même sous-BV 0,2		À moins de 800 m du tronçon impacté 0,4			
Bonus « approche BV »***	1,5							

* Le crédit est accordé uniquement si la rive est « au moins » protégée.

** Des crédits négatifs sont appliqués en raison d'une compensation fonctionnelle retardée.

*** Ce bonus est attribué aux mesures pour lesquelles le maître d'ouvrage a prouvé à l'USACE que le site de compensation, les ressources et les améliorations étaient stratégiquement sélectionnés.

Feuille de calcul des « crédits »

Critères	Gain 1	Gain 2	Gain 3	Gain 4	Gain 5...
Type de cours d'eau					
Fonctions et enjeux associés au cours d'eau (ressources spéciales)					
Écosystèmes rivulaires					
Plus-value « écosystèmes rivulaires »					
Plus-value « lit mineur »					
Sécurisation foncière					
Échéancier					
Situation géographique					
Bonus « approche BV »					
Somme des valeurs retenues pour chaque critère (Sc)					
Linéaire de cours d'eau traité (LT)					
Crédits (C) = Sc × LT					

Crédits totaux générés (Ct) = $\sum(C)$ _____

■ TERMES DÉFINIS – RAPPELS CONCEPTUELS

État du cours d'eau

Fonctionnel : cela signifie que les fonctions hydrologiques, hydrauliques, géomorphologiques, physico-chimiques et biologiques (fonctions essentielles) d'un tronçon de cours d'eau **sont conservées**. Par exemple, le tronçon est physiquement stable et a un hydrogramme approprié et une composition chimique fonction du contexte topographique et du bassin versant. Le biote aquatique est riche et n'est pas affecté par les apports anthropiques excessifs. Un tronçon de cours d'eau fonctionnel n'est ni canalisé, ni endigué ; il est libéré des transformations d'origine humaine qui dégradent la stabilité du canal, la qualité de l'habitat aquatique ou sa connectivité ; il transporte les sédiments et les écoulements produits par son bassin versant tout en conservant ses dimensions, sa configuration, et son profil ; il montre de faibles preuves de sédimentation ou d'incision induites par l'homme ; il a des berges végétalisées ; il ne figure pas sur la liste des eaux dégradées du Wyoming ; et il est propice aux biotes aquatiques comparables aux conditions de référence.

Déficient : cela signifie que le tronçon de cours d'eau a été affaibli par une **perte partielle** d'au moins une fonction essentielle. Le rétablissement des écosystèmes aquatiques a de modestes chances de se produire naturellement. Un cours d'eau « déficient » peut avoir un ratio de retranchement et/ou un rapport largeur/profondeur au niveau de débordement qui est inapproprié au type de cours d'eau attendu par rapport aux données du tronçon de référence. Il présente des preuves modestes de sédimentation ou d'incision induites par l'homme ; ses berges sont moyennement végétalisées avec une végétation à racines profondes ou un tapis de végétation ; un cours d'eau « déficient » présente des structures anthropiques qui dégradent la stabilité du canal, la qualité de l'habitat aquatique ou sa connectivité.

Non fonctionnel : cela signifie que le tronçon a été affaibli par une **perte importante ou complète** d'au moins une de ses fonctions essentielles. Une dégradation (chimique ou biologique) seule peut caractériser un cours d'eau non fonctionnel. Il est peu probable que le rétablissement des écosystèmes se produise naturellement. Un cours d'eau non fonctionnel peut être canalisé ; subir une sédimentation ou une incision importante induite par l'homme ; subir des érosions de berges considérables avec une déviation latérale accélérée du canal ; avoir peu ou pas de berges végétalisées avec de la végétation à racines profondes ; avoir des structures anthropiques qui dégradent la stabilité du canal ou la qualité de l'habitat aquatique et sa connectivité ; être listé sur la liste des eaux dégradées du Wyoming à cause de l'absence d'appui des utilisations de la vie aquatique ; ou identifier des biocénoses aquatiques indicatrices d'une dégradation.

Type de pertes

Partiellement fonctionnelles : au moins une des fonctions essentielles est dégradée et seulement une partie d'un tronçon de cours d'eau est affectée. Par exemple, l'installation de protections sur les berges (roches, enrochements cimentés, ou murs de soutènement) avec peu voire pas de végétation peut affecter négativement les dynamiques d'écoulement, les habitats biologiques et la résilience géomorphologique, et provoquer des pertes partiellement fonctionnelles.

Fonctionnelles : la plupart des fonctions essentielles sont diminuées ou perdues et la totalité du tronçon de cours d'eau est affectée. Par exemple, les travaux de dragage, la chenalisation ou la déviation des écoulements modifient les hauteurs et les contours et impactent négativement la morphologie, les caractéristiques et les fonctions du cours d'eau.

Physiques : le cours d'eau est physiquement détruit et les fonctions essentielles du tronçon affecté sont perdues.

Amélioration nette des écosystèmes rivulaires ou du cours d'eau

Importante : les activités de restauration et d'amélioration importantes rendent fonctionnel un **écosystème rivulaire ou un cours d'eau non fonctionnel**.

Modéré : les activités de restauration et d'amélioration modérées **améliorent considérablement une fonction essentielle donnée ou améliorent dans l'ensemble de nombreux éléments fonctionnels**. Elles rendent fonctionnel un écosystème rivulaire ou un cours d'eau déficient, où les fonctions des écosystèmes rivulaires et du cours d'eau sont stables ou tendent vers l'être ; ou elles rendent déficients un écosystème rivulaire ou un cours d'eau non fonctionnel, dans lequel ses fonctions tendent vers un état déficient.

Minimal : les activités d'amélioration ou de réhabilitation limitée minimales améliorent dans l'ensemble un élément fonctionnel donné ou améliorent nominalement de nombreux éléments fonctionnels. Elles amènent un écosystème rivulaire ou un cours d'eau non fonctionnel vers un état plus proche de « déficient » ; ou un écosystème rivulaire ou un cours d'eau « déficient » vers un état plus proche de « fonctionnel », dans lequel les fonctions des écosystèmes rivulaires et du cours d'eau peuvent continuer à être affaiblies. Une amélioration minimale peut également être atteinte sur un site où les écosystèmes rivulaires ou le cours d'eau est déjà fonctionnel dès lors que seule la préservation ou la protection du site sont proposées pour entretenir le site.

Conclusion



Conclusion

Après le rappel du contexte global réglementaire et de mise en œuvre de la compensation aux États-Unis, le présent document s'est attaché à examiner les différentes méthodes de dimensionnement de la compensation écologique des cours d'eau développées au sein de ce pays.

Ces méthodes, bien que conduites par une démarche méthodologique similaire qui vise au final à s'assurer de l'absence de perte nette de biodiversité mobilisent des critères variables en quantité et en qualité.

Qu'elles soient identifiées comme semi-quantitatives ou quantitatives, elles présentent un certain nombre d'avantages non négligeables et leur adaptation / déploiement dans notre pays paraît constituer une opportunité intéressante, d'une part car le travail à faire pour les adapter en France ne semble pas particulièrement important et d'autre part car elles intègrent déjà bon nombre des principes régissant la compensation.

Il resterait néanmoins à confronter ces différentes méthodes à des cas concrets de projets d'aménagement afin de préconiser la (ou les) méthodes les plus pertinentes. Bien que le choix de l'une ou l'autre puisse se faire au cas par cas, certaines méthodes se distinguent déjà et paraissent plus appropriées que d'autres. En l'attente de travaux plus approfondis sur le sujet, le tableau XIII essaie d'en faire une synthèse.

Tableau XIII : Les méthodes américaines à privilégier et à déconseiller dans le contexte français

	Méthodes à conseiller	Méthodes à déconseiller
Méthodes semi-quantitatives	- District de New England (pour sa simplicité d'utilisation et pour l'intégration des critères « essentiels »)	- État du Kentucky (trop grossière et restrictive dans les critères considérés)
Méthodes quantitatives	- Le groupe des 6 méthodes assez similaires : États du Kansas, de l'Illinois, du Missouri et des Districts de Little Rock, de Mobile et de Savannah	- District de Norfolk (compliquée dans son application) - États de Pennsylvanie et du Wyoming (intégration de ressources proches du concept de « services écosystémiques » dans les calculs)

Bibliographie



Bibliographie

- Environmental Law Institute, Stream Mechanics, and The Nature Conservancy 2016 Stream Mitigation: Science, Policy, and Practice: 137p.
- Barnaud G. & Coïc B. 2011 Mesures compensatoires et correctives liées à la destruction de zones humides. Revue bibliographique et analyse critique des méthodes. SPN, MNHN: 104p.
- Bronner C.E., Bartlett A.M., Whiteway S.L. & All. 2013 An assessment of U.S Stream Compensatory Mitigation Policy: Necessary Changes to Protect Ecosystem Functions and Services – Journal of the American Water Resources Association (JAWRA) 49 (2): 449-462.
- Dantec R. 2017 Rapport sur la réalité des mesures de compensation des atteintes à la biodiversité engagées sur des grands projets d'infrastructures, intégrant les mesures d'anticipation, les études préalables, les conditions de réalisation et leur suivi – Sénat n° 517: 226p.
- De Billy V., Boyer P. & Bechtel L. 2015 Pour une conception et une réalisation des IOTA de « moindre impact environnemental » - Modalités d'expertise, préconisations techniques et retours d'expériences. Tome 1: Outils réglementaires – Onema: 97p.
- De Billy V., Boyer P., Bechtel L. & All. 2015 Pour une conception et une réalisation des IOTA de « moindre impact environnemental » - Modalités d'expertise, préconisations techniques et retours d'expériences. Tome 5: Expertise des mesures de compensation écologique – Onema: 75p.
- Frascaria-Lacoste N., Levrel H., Hay J. & All. 2015 Restaurer la nature pour atténuer les impacts du développement – Analyse des mesures compensatoires pour la biodiversité – Éditions Quae: 313p.
- Gaubert H., Hubert S. & Quétier F. 2017 Comment réparer des dommages écologiques de moindre gravité? - MEEM / CGDD: 85p.
- Hubert S., Morandeau D. & All. 2013 Lignes directrices nationales sur la séquence éviter, réduire et compenser les impacts sur les milieux naturels. Références: CGDD, MTES: 229p.
- Institute for Water Resources 2015 The Mitigation Rule Retrospective: A review of the 2008 Regulations Governing Compensatory Mitigation for Losses of Aquatic Resources: 139p.
- Mechin A. & Pioch S. 2016 Une méthode expérimentale pour évaluer rapidement la compensation en zone humide – La méthode MERCIe: principes et application – Onema, Cefe CNRS: 88p.
- Morandeau D. & Vilaysack D. 2012 La compensation des atteintes à la biodiversité à l'étranger: Étude de parangonnage. Études et documents n° 68: CGDD, MTES.
- Pinault M., Pioch S. & Pascal N. 2017 Livret 2 – Guide pour la mise en œuvre des mesures compensatoires et la méthode de dimensionnement MERCI-COR – Éditions IFRECOR: 76p.
- Somerville D.E. 2010 Stream Assessment and Mitigation Protocols: A review of Commonalities and Differences – Prepared for the U.S. Environmental Protection Agency, Office of Wetlands, Oceans and Watersheds: 155p.

Bibliographie

Documents compilés non analysés dans le cadre de la présente étude

District / Division de l'USACE ou État	Date	Intitulé du document
Charleston (Division)	2002	Joint State/Federal Administrative Procedures for Establishment and Operation of Mitigation Banks in South Carolina
	2010	Guidelines for Preparing a Compensatory Mitigation Plan
Division du Pacifique Sud	2015	Final 2015 Regional Compensatory Mitigation and Monitoring Guidelines
Galveston (Division du Sud-Ouest)	2013	Galveston District Stream Condition Assessment Standard Operating Procedure
Memphis (Division)	2004	Public Notice for Mitigation Guidelines and Monitoring Requirements
New York (Division de l'Atlantique Nord)	2005	Public Notice Announcing the Compensatory Mitigation Guidelines and the Mitigation Checklist for Review of Mitigation Plans for the U.S. Army Corps of Engineers, New York District
Omaha (Division du Nord-Ouest)	2005	Guidance for Compensatory Mitigation and Mitigation Banking in the Omaha District
Saint-Louis (Division de la vallée du Mississippi) – Publication en commun avec Usepa	2010	Mitigation Banking Instrument Outline For Proposed Mitigation Banks Within the State of Missouri
Maryland (Maryland Nontidal Wetlands and Waterways Division)	2011	Maryland Nontidal Wetland Mitigation Guidance
Virginie de l'Ouest (West Virginia Interagency Review Team)	2011	West Virginia Stream and Wetland Valuation Metric
Virginie (Usace, Virginia Department of Environmental Quality and the Interagency Review Team)	2010	Virginia Mitigation Banking Instrument Template
Washington (Washington State Aquatic Habitat Guidelines Program)	2003	Integrated Streambank Protection Guidelines

Annexes

**A - Ratios de compensation recommandés
par les SDAGE**

**B - Liste des différents IOTA
de la nomenclature « eau »**



A - Ratios de compensation recommandés par les SDAGE

SDAGE	Seine Normandie	Artois Picardie	Loire Bretagne	Rhône Méditerranée	Corse	Rhin Meuse	Adour Garonne
Cours d'eau	100 % (fonctionnalités) 100 % (surfaces et volumes soustraits à la crue)		200 % (réduction cumulée de chute artificielle)	100 % (volume prélevé sur le champ d'expansion de crues)	100 % (volume prélevé sur le champ d'expansion de crues)		
Zones humides	150 % (surfactive) 100 % (fonctions)	150 % (surfactive, restauration) 100 % (surfactive, création)	200 % (surfactive)	200 % (surfactive)		200 % (surfactive)	150 % (surfactive)

Sources : AFB, RefMADI

B - Liste des différents IOTA de la nomenclature « eau » (R.214-1 du CE)

Nomenclature des opérations soumises à autorisation ou à déclaration en application des articles L. 214-1 à L. 214-3 du code de l'environnement.

Rq. : Le Titre V (régimes d'autorisation valant autorisation au titre des articles L.214-1 et suivants du code de l'environnement) n'est pas ci-après repris.

(D) : Déclaration

(A) : Autorisation

Titre 1 ^{er} : prélèvements		APG*
1. 1. 1. 0.	Sondage, forage, y compris les essais de pompage, création de puits ou d'ouvrage souterrain, non destiné à un usage domestique, exécuté en vue de la recherche ou de la surveillance d'eaux souterraines ou en vue d'effectuer un prélèvement temporaire ou permanent dans les eaux souterraines, y compris dans les nappes d'accompagnement de cours d'eau (D).	Arrêté du 07/08/2006 modifiant l'arrêté du 11/09/2003 (D)
1. 1. 2. 0.	Prélèvements permanents ou temporaires issus d'un forage, puits ou ouvrage souterrain dans un système aquifère, à l'exclusion de nappes d'accompagnement de cours d'eau, par pompage, drainage, dérivation ou tout autre procédé, le volume total prélevé étant : 1° Supérieur ou égal à 200 000 m ³ / an (A); 2° Supérieur à 10 000 m ³ / an mais inférieur à 200 000 m ³ / an (D).	
1. 2. 1. 0.	À l'exception des prélèvements faisant l'objet d'une convention avec l'attributaire du débit affecté prévu par l'article L. 214-9, prélèvements et installations et ouvrages permettant le prélèvement, y compris par dérivation, dans un cours d'eau, dans sa nappe d'accompagnement ou dans un plan d'eau ou canal alimenté par ce cours d'eau ou cette nappe : 1° D'une capacité totale maximale supérieure ou égale à 1 000 m ³ / heure ou à 5 % du débit du cours d'eau ou, à défaut, du débit global d'alimentation du canal ou du plan d'eau (A); 2° D'une capacité totale maximale comprise entre 400 et 1 000 m ³ / heure ou entre 2 et 5 % du débit du cours d'eau ou, à défaut, du débit global d'alimentation du canal ou du plan d'eau (D).	Arrêté du 07/08/2006 modifiant l'arrêté du 11/09/2003 (D)
1. 2. 2. 0.	À l'exception des prélèvements faisant l'objet d'une convention avec l'attributaire du débit affecté prévu par l'article L. 214-9, prélèvements et installations et ouvrages permettant le prélèvement, dans un cours d'eau, sa nappe d'accompagnement ou un plan d'eau ou canal alimenté par ce cours d'eau ou cette nappe, lorsque le débit du cours d'eau en période d'étiage résulte, pour plus de moitié, d'une réalimentation artificielle. Toutefois, en ce qui concerne la Seine, la Loire, la Marne et l'Yonne, il n'y a lieu à autorisation que lorsque la capacité du prélèvement est supérieure à 80 m ³ / h (A).	Arrêté du 07/08/2006 modifiant l'arrêté du 11/09/2003 (A)
1. 3. 1. 0.	À l'exception des prélèvements faisant l'objet d'une convention avec l'attributaire du débit affecté prévu par l'article L. 214-9, ouvrages, installations, travaux permettant un prélèvement total d'eau dans une zone où des mesures permanentes de répartition quantitative instituées, notamment au titre de l'article L. 211-2, ont prévu l'abaissement des seuils : 1° Capacité supérieure ou égale à 8 m ³ / h (A); 2° Dans les autres cas (D).	

* Seuls sont mentionnés dans cette colonne les arrêtés contenant l'expression « prescriptions générales » dans leur titre.

... / ...

Annexe B - Liste des différents IOTA de la nomenclature « eau » (R.214-1 du CE)

Titre II : rejets		APG*
2. 1. 1. 0.	Stations d'épuration des agglomérations d'assainissement ou dispositifs d'assainissement non collectif devant traiter une charge brute de pollution organique au sens de l'article R. 2224-6 du code général des collectivités territoriales : 1° Supérieure à 600 kg de DBO5 (A); 2° Supérieure à 12 kg de DBO5, mais inférieure ou égale à 600 kg de DBO5 (D).	
2. 1. 2. 0.	Déversoirs d'orage situés sur un système de collecte des eaux usées destiné à collecter un flux polluant journalier : 1° Supérieur à 600 kg de DBO5 (A); 2° Supérieur à 12 kg de DBO5, mais inférieur ou égal à 600 kg de DBO5 (D).	
2. 1. 3. 0.	Épandage de boues issues du traitement des eaux usées, la quantité de boues épandues dans l'année, produites dans l'unité de traitement considérée, présentant les caractéristiques suivantes : 1° Quantité de matière sèche supérieure à 800 t / an ou azote total supérieur à 40 t / an (A); 2° Quantité de matière sèche comprise entre 3 et 800 t / an ou azote total compris entre 0,15 t / an et 40 t / an (D). Pour l'application de ces seuils, sont à prendre en compte les volumes et quantités maximales de boues destinées à l'épandage dans les unités de traitement concernées.	
2. 1. 4. 0.	Épandage d'effluents ou de boues, à l'exception de celles visées à la rubrique 2. 1. 3. 0, la quantité d'effluents ou de boues épandues présentant les caractéristiques suivantes : 1° Azote total supérieur à 10 t / an ou volume annuel supérieur à 500 000 m ³ / an ou DBO5 supérieure à 5 t / an (A); 2° Azote total compris entre 1 t / an et 10 t / an ou volume annuel compris entre 50 000 et 500 000 m ³ / an ou DBO5 comprise entre 500 kg et 5 t / an (D).	
2. 1. 5. 0.	Rejet d'eaux pluviales dans les eaux douces superficielles ou sur le sol ou dans le sous-sol, la surface totale du projet, augmentée de la surface correspondant à la partie du bassin naturel dont les écoulements sont interceptés par le projet, étant : 1° Supérieure ou égale à 20 ha (A); 2° Supérieure à 1 ha mais inférieure à 20 ha (D).	
2. 2. 1. 0.	Rejet dans les eaux douces superficielles susceptible de modifier le régime des eaux, à l'exclusion des rejets visés à la rubrique 2. 1. 5. 0 ainsi que des rejets des ouvrages visés aux rubriques 2. 1. 1. 0 et 2. 1. 2. 0, la capacité totale de rejet de l'ouvrage étant : 1° Supérieure ou égale à 10 000 m ³ / j ou à 25 % du débit moyen interannuel du cours d'eau (A); 2° Supérieure à 2 000 m ³ / j ou à 5 % du débit moyen interannuel du cours d'eau mais inférieure à 10 000 m ³ / j et à 25 % du débit moyen interannuel du cours d'eau (D).	
2. 2. 2. 0.	Rejets en mer, la capacité totale de rejet étant supérieure à 100 000 m ³ / j (D).	Arrêté du 27/07/2006 modifiant l'arrêté du 02/08/2001
2. 2. 3. 0.	Rejet dans les eaux de surface, à l'exclusion des rejets visés aux rubriques 4. 1. 3. 0, 2. 1. 1. 0, 2. 1. 2. 0 et 2. 1. 5. 0 : 1° Le flux total de pollution brute étant : a) Supérieur ou égal au niveau de référence R2 pour l'un au moins des paramètres qui y figurent (A); b) Compris entre les niveaux de référence R1 et R2 pour l'un au moins des paramètres qui y figurent (D). 2° Le produit de la concentration maximale d'Escherichia coli, par le débit moyen journalier du rejet situé à moins de 1 km d'une zone conchylicole ou de culture marine, d'une prise d'eau potable ou d'une zone de baignade, au sens des articles D. 1332-1 et D. 1332-16 du code de la santé publique, étant : a) Supérieur ou égal à 1011 E coli / j (A); b) Compris entre 1010 à 1011 E coli / j (D).	Arrêté du 07/07/2006 (D)

* Seuls sont mentionnés dans cette colonne les arrêtés contenant l'expression « prescriptions générales » dans leur titre.

... / ...

Annexe B - Liste des différents IOTA de la nomenclature « eau » (R.214-1 du CE)

Titre II : rejets (suite)		APG*
2. 2. 4. 0.	Installations ou activités à l'origine d'un effluent correspondant à un apport au milieu aquatique de plus de 1 t / jour de sels dissous (D).	
2. 3. 1. 0.	Rejets d'effluents sur le sol ou dans le sous-sol, à l'exclusion des rejets visés à la rubrique 2. 1. 5. 0, des rejets des ouvrages visés aux rubriques 2. 1. 1. 0, 2. 1. 2. 0, des épandages visés aux rubriques 2. 1. 3. 0 et 2. 1. 4. 0, ainsi que des réinjections visées à la rubrique 5. 1. 1. 0. (A).	
2. 3. 2. 0.	Recharge artificielle des eaux souterraines (A).	
Titre III : impacts sur le milieu aquatique ou sur la sécurité publique		APG*
3. 1. 1. 0.	Installations, ouvrages, remblais et épis, dans le lit mineur d'un cours d'eau, constituant : 1° Un obstacle à l'écoulement des crues (A); 2° Un obstacle à la continuité écologique : a) Entraînant une différence de niveau supérieure ou égale à 50 cm, pour le débit moyen annuel de la ligne d'eau entre l'amont et l'aval de l'ouvrage ou de l'installation (A); b) Entraînant une différence de niveau supérieure à 20 cm mais inférieure à 50 cm pour le débit moyen annuel de la ligne d'eau entre l'amont et l'aval de l'ouvrage ou de l'installation (D). Au sens de la présente rubrique, la continuité écologique des cours d'eau se définit par la libre circulation des espèces biologiques et par le bon déroulement du transport naturel des sédiments.	Arrêté du 11/09/2015
3. 1. 2. 0.	Installations, ouvrages, travaux ou activités conduisant à modifier le profil en long ou le profil en travers du lit mineur d'un cours d'eau, à l'exclusion de ceux visés à la rubrique 3. 1. 4. 0, ou conduisant à la dérivation d'un cours d'eau : 1° Sur une longueur de cours d'eau supérieure ou égale à 100 m (A); 2° Sur une longueur de cours d'eau inférieure à 100 m (D). Le lit mineur d'un cours d'eau est l'espace recouvert par les eaux coulant à pleins bords avant débordement.	Arrêté du 28/11/2007 (D)
3. 1. 3. 0.	Installations ou ouvrages ayant un impact sensible sur la luminosité nécessaire au maintien de la vie et de la circulation aquatique dans un cours d'eau sur une longueur : 1° Supérieure ou égale à 100 m (A); 2° Supérieure ou égale à 10 m et inférieure à 100 m (D).	Arrêté du 27/07/2006 modifiant l'arrêté du 13/02/2002 (D)
3. 1. 4. 0.	Consolidation ou protection des berges, à l'exclusion des canaux artificiels, par des techniques autres que végétales vivantes : 1° Sur une longueur supérieure ou égale à 200 m (A); 2° Sur une longueur supérieure ou égale à 20 m mais inférieure à 200 m (D).	Arrêté du 27/07/2006 modifiant l'arrêté du 13/02/2002 (D)
3. 1. 5. 0.	Installations, ouvrages, travaux ou activités, dans le lit mineur d'un cours d'eau, étant de nature à détruire les frayères, les zones de croissance ou les zones d'alimentation de la faune piscicole, des crustacés et des batraciens, ou dans le lit majeur d'un cours d'eau, étant de nature à détruire les frayères de brochet : 1° Destruction de plus de 200 m ² de frayères (A); 2° Dans les autres cas (D).	Arrêté du 30/09/2014

* Seuls sont mentionnés dans cette colonne les arrêtés contenant l'expression « prescriptions générales » dans leur titre.

... / ...

Annexe B - Liste des différents IOTA de la nomenclature « eau » (R.214-1 du CE)

Titre III : impacts sur le milieu aquatique ou sur la sécurité publique (suite)		APG*
3. 2. 1. 0.	Entretien de cours d'eau ou de canaux, à l'exclusion de l'entretien visé à l'article L. 215-14 réalisé par le propriétaire riverain, des dragages visés à la rubrique 4. 1. 3. 0 et de l'entretien des ouvrages visés à la rubrique 2. 1. 5. 0, le volume des sédiments extraits étant au cours d'une année : 1° Supérieur à 2000 m ³ (A); 2° Inférieur ou égal à 2000 m ³ dont la teneur des sédiments extraits est supérieure ou égale au niveau de référence S1 (A); 3° Inférieur ou égal à 2000 m ³ dont la teneur des sédiments extraits est inférieure au niveau de référence S1 (D). L'autorisation est valable pour une durée qui ne peut être supérieure à dix ans. L'autorisation prend également en compte les éventuels sous-produits et leur devenir.	Arrêté du 30/05/2008
3. 2. 2. 0.	Installations, ouvrages, remblais dans le lit majeur d'un cours d'eau : 1° Surface soustraite supérieure ou égale à 10000 m ² (A); 2° Surface soustraite supérieure ou égale à 400 m ² et inférieure à 10000 m ² (D). Au sens de la présente rubrique, le lit majeur du cours d'eau est la zone naturellement inondable par la plus forte crue connue ou par la crue centennale si celle-ci est supérieure. La surface soustraite est la surface soustraite à l'expansion des crues du fait de l'existence de l'installation ou ouvrage, y compris la surface occupée par l'installation, l'ouvrage ou le remblai dans le lit majeur.	Arrêté du 27/07/2006 modifiant l'arrêté du 13/02/2002 (D)
3. 2. 3. 0.	Plans d'eau, permanents ou non : 1° Dont la superficie est supérieure ou égale à 3 ha (A); 2° Dont la superficie est supérieure à 0,1 ha mais inférieure à 3 ha (D).	Arrêté du 27/08/1999 (D)
3. 2. 4. 0.	1° Vidanges de plans d'eau issus de barrages de retenue, dont la hauteur est supérieure à 10 m ou dont le volume de la retenue est supérieur à 5000000 m ³ (A); 2° Autres vidanges de plans d'eau, dont la superficie est supérieure à 0,1 ha, hors opération de chômage des voies navigables, hors piscicultures mentionnées à l'article L. 431-6, hors plans d'eau mentionnés à l'article L. 431-7 (D). Les vidanges périodiques des plans d'eau visés au 2° font l'objet d'une déclaration unique.	Arrêté du 27/08/1999 (D)
3. 2. 5. 0.	Barrage de retenue et digues de canaux : 1° De classes A, B ou C (A); 2° De classe D (D).	
3. 2. 6. 0.	Digues à l'exception de celles visées à la rubrique 3. 2. 5. 0 : 1° De protection contre les inondations et submersions (A); 2° De rivières canalisées (D).	
3. 2. 7. 0.	Piscicultures d'eau douce mentionnées à l'article L. 431-6 (D).	Arrêtés du 01/04/2008 et du 30/06/2008
3. 3. 1. 0.	Assèchement, mise en eau, imperméabilisation, remblais de zones humides ou de marais, la zone asséchée ou mise en eau étant : 1° Supérieure ou égale à 1 ha (A); 2° Supérieure à 0,1 ha, mais inférieure à 1 ha (D).	
3. 3. 2. 0.	Réalisation de réseaux de drainage permettant le drainage d'une superficie : 1° Supérieure ou égale à 100 ha (A); 2° Supérieure à 20 ha mais inférieure à 100 ha (D).	
3. 3. 3. 0.	Canalisations de transports d'hydrocarbures ou de produits chimiques liquides dont le produit du diamètre extérieur par la longueur est égal ou supérieur à 5000 m ² (A).	

* Seuls sont mentionnés dans cette colonne les arrêtés contenant l'expression « prescriptions générales » dans leur titre.

... / ...

Annexe B - Liste des différents IOTA de la nomenclature « eau » (R.214-1 du CE)

Titre IV : impacts sur le milieu marin		APG*
4. 1. 1. 0.	Travaux de création d'un port maritime ou d'un chenal d'accès ou travaux de modification des spécifications théoriques d'un chenal d'accès existant (A).	
4. 1. 2. 0.	Travaux d'aménagement portuaires et autres ouvrages réalisés en contact avec le milieu marin et ayant une incidence directe sur ce milieu : 1° D'un montant supérieur ou égal à 1 900 000 euros (A) ; 2° D'un montant supérieur ou égal à 160 000 euros mais inférieur à 1 900 000 euros (D).	
4. 1. 3. 0.	Dragage et / ou rejet y afférent en milieu marin : 1° Dont la teneur des sédiments extraits est supérieure ou égale au niveau de référence N2 pour l'un au moins des éléments qui y figurent (A) ; 2° Dont la teneur des sédiments extraits est comprise entre les niveaux de référence N1 et N2 pour l'un des éléments qui y figurent : a) Et, sur la façade métropolitaine Atlantique-Manche-mer du Nord et lorsque le rejet est situé à 1 kilomètre ou plus d'une zone conchylicole ou de cultures marines : I.- Dont le volume maximal in situ dragué au cours de douze mois consécutifs est supérieur ou égal à 50 000 m ³ (A) ; II.- Dont le volume maximal in situ dragué au cours de douze mois consécutifs est inférieur à 50 000 m ³ (D) ; b) Et, sur les autres façades ou lorsque le rejet est situé à moins de 1 km d'une zone conchylicole ou de cultures marines : I.- Dont le volume maximal in situ dragué au cours de douze mois consécutifs est supérieur ou égal à 5 000 m ³ (A) ; II.- Dont le volume maximal in situ dragué au cours de douze mois consécutifs est inférieur à 5 000 m ³ (D) ; 3° Dont la teneur des sédiments extraits est inférieure ou égale au niveau de référence N1 pour l'ensemble des éléments qui y figurent : a) Et dont le volume in situ dragué au cours de douze mois consécutifs est supérieur ou égal à 500 000 m ³ (A) ; b) Et dont le volume in situ dragué au cours de douze mois consécutifs est supérieur ou égal à 5 000 m ³ sur la façade Atlantique-Manche-mer du Nord et à 500 m ³ ailleurs ou lorsque le rejet est situé à moins de 1 km d'une zone conchylicole ou de cultures marines, mais inférieur à 500 000 m ³ (D). L'autorisation est valable pour une durée qui ne peut être supérieure à dix ans. L'autorisation prend également en compte les éventuels sous-produits et leur devenir. Les rejets afférents aux dragages donnant lieu à des opérations d'immersions et dont les paramètres sont inférieurs aux seuils d'autorisation sont soumis à déclaration.	

* Seuls sont mentionnés dans cette colonne les arrêtés contenant l'expression « prescriptions générales » dans leur titre.

Conditions générales d'utilisation

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans le présent ouvrage, faite sans l'autorisation de l'éditeur ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (3, rue Hautefeuille — 75006 Paris), est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective, et, d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées (loi du 1^{er} juillet 1992, articles L.122-4 et L.122-5).

Directrice de publication : Laurence Monnoyer-Smith

Dépôt légal : novembre 2018

ISSN : 2552-7556

Maquettage : Cerema, Franca Berland

Version du 14 septembre 2018



Les méthodes de dimensionnement de la compensation écologique spécifiques aux cours d'eau sont particulièrement nombreuses aux États-Unis. Elles permettent de comparer des pertes écologiques engendrées par un projet à des gains écologiques liés à la mise en œuvre de mesures de compensation.

Après une présentation du contexte de la compensation aux États-Unis, le présent document aborde le fonctionnement global des méthodes recensées et s'efforce de les comparer, notamment en termes de critères mobilisés et de prescriptions complémentaires formulées.

Il s'interroge enfin sur les possibilités de transposition de certaines méthodes américaines en France.

Chaque méthode examinée fait l'objet d'une fiche de synthèse en partie 2.

Compensation écologique des cours d'eau : exemples de méthodes de dimensionnement



Service de l'économie, de l'évaluation et de l'intégration
du développement durable
Sous-direction de l'intégration des démarches de développement
durable dans les politiques publiques (I3DPP)
Tour Séquoia
92055 La Défense cedex
Courriel : [Idddpp2.Idddpp.Seei.Cgdd@developpement-
durable.gouv.fr](mailto:Idddpp2.Idddpp.Seei.Cgdd@developpement-
durable.gouv.fr)

